



**UNIVERSIDADE DA CORUÑA**

**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**Grado en Electrónica Industrial y Automática**

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

**TFG. Nº: 770G01A80**

**TÍTULO: PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE  
INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS  
DE ACERO**

**AUTOR: LUCÍA VIGO PICO**

**TUTOR: JOSÉ ANTONIO LÓPEZ VÁZQUEZ**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2015**

**Fdo.: EL AUTOR**

**Fdo.: EL TUTOR**

**TÍTULO:     PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL  
DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO**

---

## **ÍNDICE GENERAL**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**

**15405 - FERROL**

**FECHA:           SEPTIEMBRE 2015**

**AUTOR:           LUCÍA VIGO PICO**

Fdo.: Lucía Vigo Pico

## 1. ÍNDICE GENERAL

## 2. MEMORIA

2.1 TÍTULO DEL TRABAJO .....	3
2.1 OBJETO DEL TRABAJO .....	3
2.3 ALCANCE .....	3
2.4 PETICIONARIO.....	4
2.5 EMPLAZAMIENTO .....	4
2.6 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE NECESIDADES.....	4
2.7 ACTIVIDAD .....	4
2.7.1 Descripción.....	4
2.7.2 Medios materiales .....	5
2.7.3 Medios humanos .....	6
2.8 RECINTO .....	6
2.8.1 Descripción.....	6
2.8.2 Distribución y superficies .....	7
2.9 CAPÍTULOS DE QUE CONSTA EL TRABAJO .....	8
2.10 NORMAS Y REFERENCIAS.....	9
2.10.1 Disposiciones legales y Normas aplicadas .....	9
2.10.2 Bibliografía .....	11
2.10.3 Bibliografía digital .....	12
2.10.4 Programas informáticos utilizados en la elaboración del trabajo .....	12
2.11 OTRAS REFERENCIAS .....	13
2.11.1 Instituciones y organismos implicados .....	13
2.11.2 Empresa suministradora de energía eléctrica.....	13
2.12 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....	13
2.13 ANÁLISIS DE SOLUCIONES Y RESULTADOS FINALES.....	13
2.14 ORDEN DE PRIORIDAD EN LOS DOCUMENTOS BÁSICOS.....	14
2.15 CONSIDERACIONES FINALES.....	14

### 3. ANEXOS

#### 3.1 ANEXO I: ASIGNACIÓN TRABAJO FIN DE GRADO

#### 3.2 ANEXO II: ILUMINACIÓN

3.2.1 OBJETO DEL ANEXO .....	2
3.2.2 MEMORIA DEL ALUMBRADO.....	2
3.2.3 Em, Ra y UGR .....	4
3.2.4 DESCRIPCIÓN DE LAS LUMINARIAS UTILIZADAS .....	5
3.2.5 ALUMBRADO PLANTA BAJA.....	8
3.2.6 ALUMBRADO ENTREPLANTA .....	25
3.2.7 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS .....	37

#### 3.3 ANEXO III: SISTEMA CONTRAINCENDIOS

3.3.1 ZONA INDUSTRIAL.....	6
3.3.2 ZONA ADMINISTRATIVA .....	40
3.3.3 REGLAMENTO DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRAINCENDIOS .....	56

#### 3.4 ANEXO IV: ALUMBRADO DE EMERGENCIA

3.4.1 OBJETO DEL ANEXO .....	3
3.4.2 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA .....	3
3.4.3 PROCEDIMIENTO DEL CÁLCULO DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA .....	5
3.4.4 LUMINARIAS Y LÁMPARAS DE EMERGENCIA UTILIZADAS .....	5
3.4.5 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS REALIZADOS .....	7

#### 3.5 ANEXO V: INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.5.1 OBJETO DEL ANEXO .....	5
3.5.2 EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y CARACTERÍSTICAS .....	5
3.5.3 CONSIDERACIONES GENERALES .....	5
3.5.4 CLASIFICACIÓN DEL LOCAL .....	6
3.5.5 DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA A INSTALAR .....	7
3.5.6 PREVISIÓN DE CARGAS.....	8
3.5.7 CUADROS ELÉCTRICOS .....	16
3.5.8 CUADRO GENERAL DE PRINCIPAL .....	17
3.5.9 CUADROS SECUNDARIOS .....	18



3.5.10 LÍNEAS .....	26
3.5.11 CONDUCTORES Y TUBOS DE PROTECCIÓN .....	32
3.5.12 PROTECCIONES .....	35
3.5.13 INSTALACIÓN DE FUERZA.....	40
3.5.14 DEFINICIÓN DE P.A.T.....	41
3.5.15 BATERÍA DE CONDENSADORES .....	48
3.5.16 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE BAJA TENSIÓN .....	49
3.5.17 HOJAS DE CÁLCULO (TABLAS DE EXCEL).....	65
3.5.18 CÁLCULO DE LA BATERÍA DE CONDENSADORES .....	80
3.6 ANEXO VI: INSTALACIÓN DE FONTANERÍA	
3.6.1 OBJETO DEL ANEXO .....	2
3.6.2 NORMATIVA.....	2
3.6.3 DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS .....	2
3.6.4 DIMENSIONADO DE LAS INSTALACIONES .....	5
3.6.5 PÉRDIDA DE CARGA .....	12
3.7 ANEXO VII: INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO	
3.7.1 OBJETO DEL ANEXO .....	2
3.7.2 NORMATIVA.....	2
3.7.3 METODOS DE CÁLCULO .....	2
3.7.4 CÁLCULO DE INSTALACIONES DE EVACUACIÓN RESIDUALES .....	4
3.7.5 DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES .....	8
3.8 ANEXO VIII: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN	
3.8.1 OBJETO DEL ANEXO .....	3
3.8.2 NORMATIVA.....	3
3.8.3 DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN .....	4
3.8.4 PÉRDIDAS CALORÍFICAS EN LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN .....	6
3.8.5 PÉRDIDAS CALORÍFICAS EN LA INSTALACIÓN DE REFRIGERACIÓN .....	24
3.8.6 ELECCIÓN DE LA BOMBA DE CALOR .....	43

<b>3.8.7 RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL CÁLCULO DE CLIMATIZACIÓN .....</b>	<b>44</b>
<b>3.8.8 INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN .....</b>	<b>45</b>
<b>3.8.9 RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN .....</b>	<b>47</b>

#### **4. PLANOS**

<b>4.1 SITUACIÓN</b>	
<b>4.2 EMPLAZAMIENTO EN POLÍGONO</b>	
<b>4.3 EMPLAZAMIENTO EN PARCELA</b>	
<b>4.4 DISTRIBUCIÓN ACOTADA DE LA PLANTA BAJA</b>	
<b>4.5 DISTRIBUCIÓN ACOTADA DE LA ENTREPLANTA</b>	
<b>4.6 DISTRIBUCIÓN AMUEBLADA PLANTA BAJA</b>	
<b>4.7 DISTRIBUCIÓN AMUEBLADA ENTREPLANTA</b>	
<b>4.8 PLANO DE ALZADOS</b>	
<b>4.9 PLANO DE SECCIÓN</b>	
<b>4.10 INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PLANTA BAJA</b>	
<b>4.11 INSTALACIÓN DE ALUMBRADO ENTREPLANTA</b>	
<b>4.12 FUERZA PLANTA BAJA</b>	
<b>4.13 FUERZA ENTREPLANTA</b>	
<b>4.14 CONTRAINCENDIOS PLANTA BAJA</b>	
<b>4.15 CONTRAINCENDIOS ENTREPLANTA</b>	
<b>4.16 ALUMBRADO DE EMERGENCIA PLANTA BAJA</b>	
<b>4.17 ALUMBRADO DE EMERGENCIA ENTREPLANTA</b>	
<b>4.18 FONTANERÍA PLANTA BAJA</b>	
<b>4.19 FONTANERÍA ENTREPLANTA</b>	
<b>4.20 SANEAMIENTO PLANTA BAJA</b>	
<b>4.21 SANEAMIENTO ENTREPLANTA</b>	
<b>4.22 SANEAMIENTO CUBIERTA</b>	
<b>4.23 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN PLANTA BAJA</b>	
<b>4.24 CLIMATIZACIÓN ENTREPLANTA</b>	
<b>4.25 UNIFILAR CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN</b>	
<b>4.26 UNIFILAR CUADRO GENERAL DE ALUMBRADO</b>	

4.27 UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE ALUMBRADO 1	
4.28 UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE ALUMBRADO 2	
4.29 UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE ALUMBRADO 3	
4.30 CUADRO SECUNDARIO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA	
4.31 UNIFILAR CUADRO GENERAL DE FUERZA	
4.32 UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE FUERZA 1	
4.33 UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE FUERZA 2	
4.34 UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE FUERZA 3	
4.35 UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE FUERZA 4	
4.36 UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE FUERZA 5	
4.37 UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE FUERZA 6	

## **5. PLIEGO DE CONDICIONES**

5.1 OBJETO .....	4
5.1.1 Objeto del presente pliego.....	4
5.1.2 Documentación del contrato de obra .....	4
5.1.3 Compatibilidad y prelación entre dichos documentos .....	5
5.2 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES .....	6
5.2.1 Disposiciones generales.....	6
5.2.2 Contratos.....	8
5.2.3. Seguros .....	8
5.2.4 Garantías .....	9
5.2.5 Recepción de las instalaciones.....	9
5.2.6 Final .....	9
5.3 PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS .....	9
5.3.1 Obligaciones del contratista.....	9
5.3.2 Obligaciones de los operarios .....	11
5.3.3 Medios auxiliares e impuestos.....	12
5.3.4 Materiales .....	12
5.3.5 Aumento o disminución de las obras del contrato.....	12
5.3.6 Subcontratación de obras .....	12
5.3.7 Seguro de incendios .....	13
5.3.8 Plazo de ejecución de las obras.....	13

5.3.9 Sanciones por retraso de las obras .....	13
5.3.10 Cesión de traspaso.....	14
5.3.11 Atribuciones de la Dirección de Obra.....	14
5.3.12 Documentación complementaria .....	14
5.3.13 Liquidaciones parciales .....	14
5.3.14 Recepción provisional .....	15
5.3.15 Plazo de garantía de las obras .....	15
5.3.16 Recepción definitiva.....	16
5.3.17 Libro de órdenes.....	16
5.3.18 Datos de la Obra .....	16
5.3.19 Trabajos no previstos .....	17
5.3.20 Facilidades para la inspección .....	17
5.3.21 Certificados y documentación.....	18
5.3.22 Relaciones legales y responsabilidades con el público .....	18
5.3.23 Documentos que puede reclamar el contratista .....	19
5.3.24 Normativa de obligado cumplimiento .....	19
5.3.25 Seguridad en el trabajo .....	19
5.3.26 Seguridad pública.....	20
5.3.27 Rescisión del contrato .....	20
5.4 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS .....	21
5.4.1 Objeto .....	21
5.4.2 Campo de aplicación.....	21
5.4.3 Condiciones generales .....	21
5.4.4 Normas .....	22
5.4.5 Condiciones que deben cumplir las unidades de Obra .....	24
5.5 DISPOSICIÓN FINAL .....	50

## 6. ESTADO DE MEDICIONES

6.1 ELECTRICIDAD.....	3
6.1.1 Acometida .....	3
6.1.2 Cableado .....	3
6.1.3 C.S.A.1 .....	7
6.1.4 C.S.A.2 .....	8

6.1.5 C.S.A.3 .....	8
6.1.6 C.S.A.EM.....	8
6.1.7 C.S.F.1 .....	8
6.1.8 C.S.F.2 .....	9
6.1.9 C.S.F.3 .....	9
6.1.10 C.S.F.4 .....	9
6.1.11 C.S.F.5 .....	9
6.1.12 C.G.A.....	10
6.1.13 C.G.F.....	10
6.1.14 C.G.P .....	11
6.1.15 Fuerza .....	11
6.1.16 Luminarias .....	12
6.1.17 Alumbrado de emergencia.....	15
6.1.18 Interruptores y conmutadores.....	15
6.1.19 Mano de obra .....	15
6.2. BATERIA DE CONDENSADORES .....	16
6.3 SISTEMAS CONTRA INCENDIOS.....	16
6.4 FONTANERÍA.....	17
6.5 SANEAMIENTO.....	20
6.6 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN .....	24

## 7. PRESUPUESTO

7.1 ELECTRICIDAD .....	4
7.1.1 Acometida .....	4
7.1.2 Cableado .....	5
7.1.3 C.S.A.1 .....	7
7.1.4 C.S.A.2 .....	8
7.1.5 C.S.A.3 .....	9
7.1.6 C.S.A.EM.....	9
7.1.7 C.S.F.1 .....	9
7.1.8 C.S.F.2 .....	10
7.1.9 C.S.F.3 .....	10
7.1.10 C.S.F.4 .....	10

7.1.11 C.S.F.5 .....	10
7.1.12 C.G.A.....	10
7.1.13 C.G.F.....	10
7.1.14 C.G.P.....	12
7.1.15 Fuerza .....	13
7.1.16 Luminarias.....	13
7.1.17 Alumbrado de emergencia.....	17
7.1.18 Interruptores y conmutadores.....	17
7.1.19 Mano de obra .....	18
7.2. BATERIA DE CONDENSADORES .....	18
7.3 SISTEMAS CONTRAINCENDIOS.....	18
7.3.1 Material .....	18
7.3.2 Mano de obra .....	18
7.4 FONTANERÍA.....	20
7.5 SANEAMIENTO.....	23
7.6 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN .....	27
7.7 PRESUPUESTO FINAL.....	29

## **8. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

8.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	3
8.2 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	3
8.3 NORMATIVA DE APLICACIÓN .....	4
8.4. DATOS DE LA OBRA .....	6
8.4.1 Situación de la obra.....	6
8.4.2 Procedimientos constructivos, equipos y medios técnicos.....	6
8.5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	7
8.5.1 Riesgos profesionales .....	7
8.5.2 Medidas preventivas .....	8
8.5.3 Consideraciones a tener en cuenta .....	10
8.5.4 Riesgos de daños a terceros.....	13
8.6 PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.....	13
8.6.1 Protecciones colectivas.....	13
8.6.2 Protecciones individuales .....	14

8.6.3 Formación .....	15
8.6.4 Medidas preventivas y principios generales aplicables durante la ejecución de las obras .....	16
8.6.5 Medicina preventiva y primeros auxilios .....	17
8.7 ANÁLISIS DE RIESGOS .....	18
8.7.1 Evaluación de riesgos .....	18
8.7.2 Descripción de riesgos de carácter general .....	18

**TÍTULO: PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL  
DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO**

---

## **MEMORIA**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**

**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2015**

**AUTOR: LUCÍA VIGO PICO**

Fdo.: Lucía Vigo Pico



## **MEMORIA**

<b>2.1 TÍTULO DEL TRABAJO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 OBJETO DEL TRABAJO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.3 ALCANCE.....</b>	<b>3</b>
<b>2.4 PETICIONARIO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.5 EMPLAZAMIENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.6 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE NECESIDADES .....</b>	<b>4</b>
<b>2.7 ACTIVIDAD.....</b>	<b>4</b>
<b>2.7.1 Descripción.....</b>	<b>4</b>
<b>2.7.2 Medios materiales .....</b>	<b>5</b>
<b>2.7.3 Medios humanos .....</b>	<b>6</b>
<b>2.8 RECINTO .....</b>	<b>6</b>
<b>2.8.1 Descripción.....</b>	<b>6</b>
<b>2.8.2 Distribución y superficies .....</b>	<b>7</b>
<b>2.9 CAPÍTULOS DE QUE CONSTA EL TRABAJO .....</b>	<b>8</b>
<b>2.10 NORMAS Y REFERENCIAS .....</b>	<b>9</b>
<b>2.10.1 Disposiciones legales y Normas aplicadas .....</b>	<b>9</b>
<b>2.10.2 Bibliografía .....</b>	<b>11</b>

<b>2.10.3 Bibliografía digital .....</b>	<b>12</b>
<b>2.10.4 Programas informáticos utilizados en la elaboración del trabajo.....</b>	<b>12</b>
<b>2.11 OTRAS REFERENCIAS .....</b>	<b>13</b>
<b>2.11.1 Instituciones y organismos implicados .....</b>	<b>13</b>
<b>2.11.2 Empresa suministradora de energía eléctrica .....</b>	<b>13</b>
<b>2.12 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS .....</b>	<b>13</b>
<b>2.13 ANÁLISIS DE SOLUCIONES Y RESULTADOS FINALES.....</b>	<b>13</b>
<b>2.14 ORDEN DE PRIORIDAD EN LOS DOCUMENTOS BÁSICOS.....</b>	<b>14</b>
<b>2.15 CONSIDERACIONES FINALES.....</b>	<b>14</b>

## **2.1 TITULO DEL TRABAJO.**

PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO.

## **2.2 OBJETO DEL TRABAJO.**

El trabajo tiene como objeto el definir, describir y calcular, tanto técnica como económicamente, las instalaciones a ejecutar de acuerdo con la legislación vigente, con el fin de que se pueda llevar a cabo el proceso productivo de la compañía propietaria de la parcela mediante su ejecución y conseguir las autorizaciones pertinentes tanto por parte del Ministerio de Industria como de otros organismos oficiales de la administración.

El trabajo está formado por la memoria descriptiva en la que justificamos las soluciones adoptadas y, conjuntamente con los planos, anexos y pliego de condiciones, describe de forma unívoca el objeto del Trabajo.

Se ha tenido como referente el cumplimiento de todos los trámites legales a los que están sujetos este tipo de instalaciones con objeto de obtener los oportunos permisos y licencias ante los Organismos correspondientes.

## **2.3 ALCANCE.**

Este trabajo trata sobre las instalaciones de una nave industrial destinada a fabricación de armaduras de acero, y abarca:

- Distribución en planta de la maquinaria necesaria con suficiente margen de maniobrabilidad.
- Estudio del circuito eléctrico de fuerza de la nave.
- Estudio del circuito eléctrico para servicios y de alumbrado de la empresa.
- Estudio del sistema contraincendios.
- Estudio de la red de fontanería.
- Estudio de la red saneamiento.
- Estudio de climatización y ventilación.

- Realización del pliego de condiciones que recoge la normativa a aplicar para la consecución de los alcances anteriores.
- Presupuesto de los materiales y montaje de las instalaciones.
- Realización de los planos necesarios.
- Realización de un estudio básico de seguridad y salud.

## **2.4 PETICIONARIO.**

Este Trabajo se redacta para la Escuela Universitaria Politécnica de Ferrol con domicilio en Avenida 19 de Febrero s/n, Ferrol, con objeto de que sirva como Trabajo Fin de Grado para la alumna y obtención del Título de Graduada en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

## **2.5 EMPLAZAMIENTO.**

Las instalaciones objeto del Trabajo se llevarán a cabo en el Término Municipal de Cabañas, en la Provincia de A Coruña, ubicado en el polígono industrial “Vilar do Colo”, en las parcelas H5 y H6. La parcela tendrá una superficie de unos 5146 m<sup>2</sup>, tal como puede apreciarse en los planos que se incluyen formando parte de la documentación gráfica.

## **2.6 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE NECESIDADES.**

Se redacta este Trabajo asignado por la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Ferrol (EUP), con el Título “Proyecto de actividad para nave industrial destinada a fabricación de armaduras de acero”, para su presentación como Trabajo Fin de Grado en la citada Escuela Universitaria.

## **2.7 ACTIVIDAD.**

### **2.7.1 Descripción.**

La nave estará proyectada para la fabricación de armaduras de acero.

La nave industrial se puede dividir en varias zonas:

- **Planta baja.**

- Aseos: Aseo masculino y femenino adaptados para personas con movilidad reducida para el uso público y para personal. Situados en la zona de recepción, con accesibilidad para minusválidos.
- Vestuarios: vestuarios femeninos y masculinos para el personal. Estos comunican con la zona del taller.

- **Entreplanta.**

- Oficina Administrativa:
- Sala de Juntas:
- Aseos: Situados en el pasillo y de uso público.

- **Zona de Taller.**

Esta zona se encuentra situada en la planta baja y abarca la mayor parte de la nave. Posee entrada directa desde el exterior por medio de dos portalón y está comunicada con los vestuarios femenino y masculino.

### 2.7.2 Medios materiales.

Además de las máquinas que se detallan a continuación, hay otras que no se tienen en consideración, ya que irán conectadas a las distintas tomas de fuerza y tomas de corriente combinas distribuidas por toda la instalación.

Las máquinas que se utilizarán en todas las operaciones son las que a continuación se exponen:

	Unidades	Potencia Unit. (kW)
Puente Grúa	2	7,5
Dobladora	3	4
Compresor	1	1,5
Cizalla	1	2,2
Estribadora	1	15
Ensambladora	1	4
Motor portalón	2	1

Tabla 2.7.2.1

### **2.7.3 Medios humanos.**

El personal necesario está formado en principio por 16 personas distribuidas de la siguiente manera (sin incluir personal eventual):

#### **Sector Taller**

Número de personas: 12

- 1 Jefe de Taller
- 2 Soldadores
- 3 Manipuladores de maquinaria
- 6 Montadores

#### **Sector Oficinas**

Número de personas: 4

- 1 Recepcionista
- 1 Administrativo
- 1 Ingeniero
- 1 Director

## **2.8 RECINTO.**

### **2.8.1 Descripción.**

La clasificación del terreno donde está ubicada la nave es, según el Plan Xeral de Ordenación Urbana del Excmo. Ayuntamiento de Cabañas, suelo urbano dedicado a zona de industrias.

La construcción está situada en la parcela cuya referencia catastral es el número H5 H6, que constituye una superficie total de unos 5146 m<sup>2</sup> y posee dos accesos, uno por la calle "F" y otro por la calle "E".

La superficie construida es de unos 1774 m<sup>2</sup>, la cual tiene una altura de 10 metros zona del taller y 7,8 metros la zona de oficinas y el cerramiento esta hecho de paneles prefabricados de hormigón con aislamiento interior.

El pavimento será de hormigón tratado con antirresbaladizo y la cubierta de las naves chapa sándwich de 10cm de espesor.

Características del terreno:

a) Situación: Polígono Industrial de “Vilar do Colo”, Cabañas, A Coruña.

b) Superficie 5146 m<sup>2</sup>.

c) Características del medio circundante:

• Linderos:

- Norte: Parcela I 17.

- Sur: Parcelas H 7.

- Este: Parcelas O (1-2)

- Oeste: Parcelas H 4.

• Servicios:

- Acceso rodado: Derivación de la carretera C-651 o también por la Autopista AP- 9 Ferrol – A Coruña.

- Energía eléctrica: por el frente de la parcela pasa la línea de media tensión que suministrará al centro de transformación a instalar, para el desarrollo de la actividad.

- Fontanería: está conectada a la Red Municipal de Suministro de Agua del Excmo. Ayuntamiento de Fene, lo que garantiza su potabilidad.

- Alcantarillado y saneamiento: está conectada a la Red Municipal de Alcantarillado del Excmo. Ayuntamiento de Fene.

### 2.8.2 Distribución y superficies.

El Edificio en el que se proyectan las instalaciones para la nave industrial destinada a fabricación de armaduras acero, tiene una superficie total construida de unos 1.774 m<sup>2</sup>.

La distribución de superficies entre los distintos locales será la siguiente:

Dependencia	Superficie (m <sup>2</sup> )
Recepción	64,39
Aseo Masculino Planta Baja	5,08

Aseo Femenino Planta Baja	5,08
Pasillo Vestuarios	7,92
Vestuario Femenino	32,42
Vestuario Masculino	35,6
Taller	1424,16
Ascensor	3,35
Local Técnico Ascensor	2,69
Escaleras	10,92
Sala de Limpieza	9,87
Aseo Masculino Entreplanta	5,13
Aseo Femenino Entreplanta	5,13
Oficina Administrativa	29,04
Sala de Juntas	44,12

Tabla 2.8.2.1

## 2.9 CAPÍTULOS DE QUE CONSTA EL TRABAJO.

El Trabajo se estructura en varias unidades de modo que los distintos documentos básicos, con sus documentos unitarios, son los que se relacionan a continuación:

- Índice General.
- Memoria.
- Anexos, relativos a:
  - Asignación Trabajo Fin de Grado
  - Iluminación.
  - Alumbrado de emergencia.
  - Sistema contraincendios.
  - Instalación eléctrica.
  - Instalación de fontanería
  - Instalación de saneamiento
  - Instalación de climatización y ventilación.
- Planos.



- Pliego de Condiciones.
- Estado de Mediciones.
- Presupuesto.
- Estudio de Seguridad y Salud.

Cada una de estas unidades se estudia separadamente en el anexo correspondiente, al final del cual se incluirán las tablas de soluciones que se consideren necesarias.

## **2.10 NORMAS Y REFERENCIAS.**

### **2.10.1 Disposiciones legales y Normas aplicadas.**

En la redacción de este Trabajo se han tenido en cuenta todas y cada una de las especificaciones contenidas en las Reglamentaciones y Normas que se relacionan a continuación:

- Ordenanzas Municipales del Ayuntamiento de Cabañas, A Coruña.
- Norma UNE 157001 de Criterios Generales para la elaboración de proyectos.
- Reglamento de seguridad Contra Incendios, aprobado por Real Decreto 2267/2004.
- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y modificaciones posteriores hasta 19 de febrero de 2010.
- Normas Particulares para las instalaciones de enlace en la suministro de energía eléctrica en baja tensión de GAS NATURAL FENOSA S.A.
- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace en el Suministro de Energía Eléctrica en Baja Tensión. (Resolución 30 de Julio de 1987, de la Consellería de Industria y Comercio, Xunta de Galicia).
- Normas particulares de GAS NATURAL FENOSA S.A.

- Recomendaciones UNESA.
- Normas C.I.E.
- Ley y Reglamento de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1.215/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, publicado en el BOE nº 256, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001 de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 171/2004 sobre coordinación de actividades empresariales en materia de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 2.177/2004 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 286/2006 sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Decreto 35/2000, de 28 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo y ejecución de la Ley de Accesibilidad y supresión de barreras en la Comunidad Autónoma de Galicia.
- Normas UNE:

- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- UNE-EN 20450-5-523. (Intensidad máxima admisible según la ITCBT- 19, apartado 2.2.3., p.3).
- UNE 20-435-90: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30 KV.
- UNE 20-460-90 parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobre intensidades.
- UNE 20-460-90 parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta tierra y conductores de protección.
- UNE 21186-1: Protección de estructuras edificaciones y zonas abiertas mediante pararrayos con dispositivo de cebado.
- UNE 23007 parte 1 -14: Sistemas de detección y alarma de incendio
- UNE 12464 Iluminación de interiores.
- EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE – NP): Aparamenta de baja tensión. Interruptores automáticos.
- EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE – NP) anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparamenta de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- EN-IEC 60 269-1 (UNE): Fusibles de baja tensión.
- EN 60 898 (UNE – NP): Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobre intensidades.

A la vez que la aplicación de la anterior normativa, y de las reglas al uso, se han tenido en cuenta las pretensiones y posibilidades de la propiedad en todo aquello que ha sido posible.

### **2.10.2 Bibliografía.**

- “Instalaciones eléctricas en media y baja tensión”. José García Trasancos, Editorial Paraninfo. Este libro se ha empleado sobre todo para obtener fórmulas y métodos de cálculo.

- “R. E. B. T.” Editorial Paraninfo.
- Catálogo de interruptores automáticos, diferenciales y cuadros eléctricos perteneciente al Catálogo Electrónico de Schneider.
- Catálogo de luminarias y lámparas perteneciente a Philips.
- Catálogo de luminarias de emergencia perteneciente a Legrand.

### **2.10.3 Bibliografía digital.**

También se han realizado consultas, entre otras, en las siguientes páginas web:

- [www.aenor.es](http://www.aenor.es)
- [www.unesa.es](http://www.unesa.es)
- [www.codigotecnico.org](http://www.codigotecnico.org)
- [www.ree.es](http://www.ree.es)
- [www.prysmian.com](http://www.prysmian.com)
- [www.schneiderelectric.es](http://www.schneiderelectric.es)
- [www.philips.es](http://www.philips.es)
- [www.presupuesta.com](http://www.presupuesta.com)
- [www.energia.com](http://www.energia.com)
- [www.idee.es](http://www.idee.es)

### **2.10.4 Programas Informáticos utilizados en la elaboración del trabajo.**

En la redacción de este trabajo se han utilizado las herramientas informáticas y programas de cálculo que se indican a continuación:

- MICROSOFT WORD 2010 como tratamiento de textos.
- MICROSOFT EXCEL 2010 para la confección de tablas y cálculos.
- AUTOCAD 2012 para el desarrollo gráfico.
- DIALUX 4.10 para los cálculos luminotécnicos.
- LEGRAND EMERLIGH 4.0 para los cálculos de alumbrado de emergencia.
- SISPRO BUILDING (ECOBAT 4.0) para los esquemas unifilares.
- PRESTO v 8.8 para el estado de mediciones, precios y presupuesto.

## **2.11 OTRAS REFERENCIAS.**

### **2.11.1 Instituciones y organismos implicados.**

Los organismos implicados para la aprobación del presente Trabajo serán la Consellería de Industria y el Ayuntamiento de Cabañas.

### **2.11.2 Empresa suministradora de energía eléctrica.**

El suministro eléctrico será realizado por la empresa GAS NATURAL FENOSA DISTRIBUCIÓN S.A. La tensión de servicio por parte de ésta es de 20kV en forma de tensión alterna a la frecuencia normalizada de la red de 50Hz.

El cliente, según circunstancias, debido a la liberalización del mercado de la energía eléctrica podrá negociar con otra empresa comercializadora el coste de la misma.

## **2.12 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.**

A todo lo largo del Trabajo se utilizan una serie de abreviaturas para simplificar la lectura. La primera vez que se utilice una abreviatura, se indicará entre paréntesis siguiendo a la palabra que, en lo sucesivo, va a sustituir.

## **2.13 ANÁLISIS DE SOLUCIONES Y RESULTADOS FINALES.**

En el presente trabajo, no es de interés indicar las distintas alternativas estudiadas, los caminos que se han seguido para llegar a ellas, las ventajas e inconvenientes de cada una y cuál es la solución elegida y su justificación.

La razón es que no hay elementos críticos que justifiquen la necesidad de dejar constancia escrita del análisis comparativo realizado con sus posibles soluciones.

## **2.14 ORDEN DE PRIORIDAD EN LOS DOCUMENTOS BÁSICOS.**

En relación con las posibles discrepancias entre los documentos básicos del Trabajo el orden de prioridad es el que viene indicado de forma general en la UNE 157001, sin más consideraciones, es decir:

1. PLANOS.
2. PLIEGO DE CONDICIONES.
3. PRESUPUESTO.
4. MEMORIA.

## **2.15 CONSIDERACIONES FINALES.**

A lo largo del presente Trabajo se han expuesto los fundamentos que han servido de base para la realización del mismo. Queda, a juicio del autor del trabajo, suficientemente claro, los detalles de ubicación, distribución, características de dimensiones, tipo de materiales y los procedimientos para llevar a cabo la obra.

Por todo lo expuesto anteriormente se estima que la puesta en marcha de esta actividad, con todos los elementos de su instalación descritos en el presente Trabajo Técnico, no producirá efectos perjudiciales ni molestia alguna, si las medidas correctoras que se proponen, resultan del grado y eficacia previstas.

Cumpliendo todas las normas legales sobre la materia, se estima que cuenta con los requisitos indispensables para que, por parte de los Organismos Competentes correspondientes, se le concediese la pertinente autorización para poder llevar a cabo el montaje de las instalaciones, entrar en servicio la actividad, y pudiese servir de base para la contratación y posterior ejecución de las obras.

Ferrol, Septiembre de 2015

El Autor/a

Fdo.: Lucía Vigo Pico

**TÍTULO: PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL  
DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO.**

---

## **ANEXOS**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**

**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2015**

**AUTOR: LUCÍA VIGO PICO**

Fdo.: Lucía Vigo Pico

## **ANEXOS**

**3.1 ASIGNACIÓN DE TRABAJO FIN DE GRADO**

**3.2 ILUMINACIÓN**

**3.3 SISTEMA CONTRA INCENDIOS**

**3.4 ALUMBRADO DE EMERGENCIA**

**3.5 INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

**3.6 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA**

**3.7 INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO**

**3.8 INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN**



**TÍTULO: PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL  
DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO**

---

## **ANEXO I: ASIGNACIÓN TRABAJO FIN DE GRADO**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**

**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2015**

**AUTOR: LUCÍA VIGO PICO**

Fdo.: Lucía Vigo Pico.



# ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

## ASIGNACIÓN DE TRABAJO FIN DE GRADO

**En virtud de la solicitud efectuada por:**

*En virtud da solicitude efectuada por:*

**APELLIDOS, NOMBRE:** *Vigo Pico, Lucía*

**APELIDOS E NOME:**

**DNI:** [REDACTED] **Fecha de Solicitud:** FEB2015

**DNI:** *Fecha de Solicitud:*

**Alumno de esta escuela en la titulación de Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática, se le comunica que la Comisión de Proyectos ha decidido asignarle el siguiente Trabajo Fin de Grado:**

*O alumno de esta escola na titulación de Grado en Enxeñería en Electrónica Industrial e Automática, comunícaselle que a Comisión de Proxectos ha decidido asignarlle o seguinte Traballo Fin de Grado:*

**Título T.F.G.:** PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO

**Número TFG:** 770G01A80

**TUTOR:** (Titor) *Lopez Vazquez, Jose Antonio*

**COTUTOR/CODIRECTOR:**

**La descripción y objetivos del Trabajo son los que figuran en el reverso de este documento:**

*A descrición e obxectivos do proxecto son os que figuran no reverso deste documento.*

*Ferrol a Miercoles, 26 de Agosto del 2015*

Retirei o meu Traballo Fin de Grado o día \_\_\_\_ de \_\_\_\_ do ano \_\_\_\_

*Fdo: Vigo Pico, Lucía*

**DESCRIPCIÓN Y OBJETIVO:OBJETO**

El objeto del presente Trabajo Fin de Grado es la descripción y justificación de las instalaciones necesarias para la obtención de la licencia de actividad de una nave industrial dedicada a la fabricación de armaduras de acero.

**ALCANCE**

Realización del cálculo y diseño de las siguientes instalaciones:

Iluminación y fuerza.

Protección contra incendios.

Suministro y evacuación de aguas.

Climatización.

Ventilación.

**TÍTULO: PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL  
DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO**

---

## **ANEXO II: ILUMINACIÓN**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**

**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE DE 2015**

**AUTOR: LUCÍA VIGO PICO**

Fdo.: Lucía Vigo Pico

## **ÍNDICE DEL ANEXO II: ILUMINACIÓN**

<b>3.2.1 OBJETO DEL ANEXO.....</b>	<b>2</b>
<b>3.2.2 MEMORIA DEL ALUMBRADO .....</b>	<b>2</b>
<b>3.2.2.1 Consideraciones a tener en cuenta .....</b>	<b>2</b>
<b>3.2.3 Em, Ra y UGR .....</b>	<b>4</b>
<b>3.2.4 DESCRIPCIÓN DE LAS LUMINARIAS UTILIZADAS.....</b>	<b>5</b>
<b>3.2.5 ALUMBRADO PLANTA BAJA .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2.5.1 Recepción .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2.5.2 Aseo Masculino .....</b>	<b>11</b>
<b>3.2.5.3 Aseo Femenino.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2.5.4 Pasillo Vestuarios .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2.5.5 Vestuario Femenino .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.5.6 Vestuario Masculino.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2.5.7 Taller.....</b>	<b>20</b>
<b>3.2.5.8 Escaleras.....</b>	<b>23</b>
<b>3.2.6 ALUMBRADO ENTREPLANTA .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.6.1 Pasillo Entreplanta .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.6.2 Sala de Limpieza .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.6.3 Aseo Femenino.....</b>	<b>30</b>
<b>3.2.6.4 Aseo Masculino .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2.6.5 Oficina .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2.6.6 Sala de Juntas .....</b>	<b>34</b>
<b>3.2.7 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.....</b>	<b>37</b>
<b>3.2.7.1 Selección de luminarias .....</b>	<b>37</b>
<b>3.2.7.2 Iluminación .....</b>	<b>37</b>
<b>3.2.7.2.1 Método de los lúmenes.....</b>	<b>38</b>
<b>3.2.7.3 Ejemplo ilustrativo .....</b>	<b>44</b>

### **3.2.1 OBJETO DEL ANEXO.**

El objeto de este anexo es el cálculo de los niveles de iluminación en los diferentes locales del edificio conforme a la legislación que le es de aplicación.

También se indican cuales son las características de las luminarias a utilizar así como el número de ellas que habrá que disponer en cada local para alcanzar los niveles mínimos de iluminación exigidos. Siempre que se haga referencia a una marca o modelo determinado, se podrá emplear cualquier otro de características iguales o equivalentes.

### **3.2.2 MEMORIA DEL ALUMBRADO.**

En el apartado de cálculos se puede comprobar cómo se ha seleccionado el tipo de alumbrado más conveniente para cada zona, dependiendo del nivel del mismo, se ha tenido en cuenta la calidad de limitación de deslumbramiento directo de cada luminaria y el rendimiento de color de la lámpara más recomendado para una instalación concreta.

#### **3.2.2.1 Consideraciones a tener en cuenta.**

Todos los cálculos cumplirán con lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión para los locales donde se vaya a realizar la instalación.

El Código Técnico de la Edificación, en el Documento Básico HE, Sección HE3, establece que los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

Los requisitos que se han de cumplir son los siguientes:

Junto con los cálculos justificativos, será necesario que figuren, además, los siguientes datos:

- Índice del local (K).
- Número de puntos considerados en el trabajo.

- Factor de mantenimiento (Fm).
- Iluminancia media horizontal mantenida (Em) obtenida.
- Índice de deslumbramiento unificado (UGR).
- Índices de rendimiento de color (RA) de las lámparas utilizadas.
- Valor de la eficiencia energética de la instalación (VEEI).
- Potencias de los conjuntos lámpara más equipo.

La eficiencia energética será obtenida en W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux, mediante la siguiente expresión:

$$EEI = \frac{P \times 100}{S \times E_m} \quad (3.1.2.1.1)$$

Donde:

P = Potencia total instalada de lámparas más equipos auxiliares (W).

S = Superficie iluminada (m<sup>2</sup>).

E<sub>m</sub> = Iluminancia media horizontal (lux).

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 2.1 del Documento Básico HE Ahorro de energía del CTE. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
Administrativo en general	3,0
Andenes de estaciones de transporte	3,0
Pabellones de exposición o ferias	3,0
Salas de diagnóstico	3,5
Aulas y laboratorios	3,5
Habitaciones de hospital	4,0
Recintos interiores no descritos en este listado	4,0
Zonas comunes	4,0
Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
Aparcamientos	4,0
Espacios deportivos	4,0
Estaciones de transporte	5,0
Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0

Bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
Zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
Centros comerciales (excluidas tiendas)	6,0
Hostelería y restauración	8,0
Religioso en general	8,0
Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias	8,0
Tiendas y pequeño comercio	8,0
Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
Locales con nivel de iluminación superior a 600 lux	2,5

Tabla 3.2.2.1.1 - Valores límite de eficiencia energética de la instalación

### 3.2.3 Em, Ra y UGR.

El **Em** o índice de iluminación mantenida indica el nivel de iluminación medio *mínimo* del local.

El **Ra** o índice de reproducción cromática indica las propiedades de rendimiento en color de una fuente luminosa, teniendo en cuenta que depende de la lámpara y no de la luminaria.

Ra < 60	Pobre
60 < Ra < 80	Bueno
80 < Ra < 90	Muy bueno
Ra > 90	Excelente

Tabla 3.2.3.1 - Calificación del Ra (índice de reproducción cromática).

El **UGR** o índice de deslumbramiento unificado indica la posibilidad de deslumbramiento que una luminaria puede provocar debido a la construcción de la óptica y a la posición de las lámparas de modo que los valores de referencia para un local serán valores *máximos*, que no deberán ser sobrepasados.

Todos estos índices se obtienen de la Norma UNE 12464-1 “Norma Europea sobre Iluminación de los Lugares de Trabajo”.



### 3.2.4 DESCRIPCIÓN DE LAS LUMINARIAS UTILIZADAS.

#### ❖ **Philips DN125B D187 1xLED10S/830:**

Dentro de la familia de alta calidad CoreLine LED de Philips, la nueva gama CoreLine Downlight de productos LED puede emplearse para sustituir la iluminación directa CFL convencional en aplicaciones de iluminación general.

La vida útil de esta luminaria es cinco veces más larga que las lámparas CFL convencionales, supone un ahorro energético del 75%, lo que reduce en gran medida el coste total de propiedad y es regulable.

Tiene tecnología LED duradera de eficiencia energética, disponible en versiones Mini 1000 lm y Compact 2000 lm y que dispone de selección de temperatura de color (3.000 y 4.000 K)

Se utiliza para iluminación general en pasillos y zonas de circulación en interiores.



*Philips DN125B*

#### ❖ **Philips FBS296 1xPL-TT/4P42W HFP C:**

La gama Fugato de downlights fijos para la iluminación general ha sido diseñada para un rendimiento óptimo - tanto óptico como térmico - con lámparas fluorescentes compactas. La óptica superior es de aluminio de alto brillo. La óptica inferior de polímero puede pedirse en acabado brillante, mate satinado o blanco. La versión de alto brillo (C) cumple con la norma UGR19 (de conformidad con EN12464-1,  $L_m < 1000 \text{ cd/m}^2$  a  $\gamma > 65^\circ$ ) cuando se utiliza con la innovadora rejilla circular antideslumbramiento. La gama Fugato comprende además la luz descendente Fugato LED (corte 175 mm), que permite hasta un 50% de ahorro de energía en comparación con las lámparas tradicionales CFL, sin sacrificar la calidad de la luz. Su larga duración de 50.000 horas también la convierte en una verdadera solución de tipo "instálela y olvídense de ella".

Se utiliza para oficinas, venta al por menor y en edificios públicos.

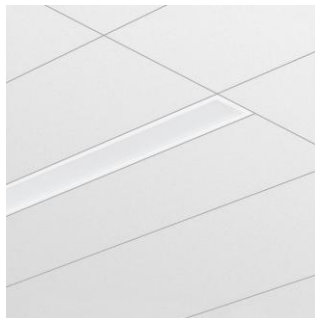


*Philips Fugato Full Metal FBS296*

❖ **Philips BBS411 W9L120 1xLED24/830 LIN-PC:**

Este tipo de luminaria empotrada de SmartForm dispone de tecnología LED. Está diseñada para adaptarse a una amplia variedad de tipos de techo, esta familia enormemente versátil de luminarias modulares y semimodulares satisface prácticamente todos los requisitos de los trabajos en la mayoría de las aplicaciones. SmartForm LED genera un importante ahorro energético.

Se utiliza para iluminación general para aplicaciones de oficina y en zonas de paso.



*Philips Smartform Led Semimodular BBS411*

❖ **Philips 4IS090 1xTL-D36W HF O:**

Es una luminaria que está protegida contra salpicaduras de agua y contra la acumulación de polvo.

*Philips 4IS090*

❖ **Philips 4ME550 P-MB 1xSON400W +9ME100 R GC D550:**

El diseño moderno y funcional de Megalux, junto a la calidad y robustez de sus materiales, hacen que resulte idónea para el ámbito industrial, Megalux es también muy indicada para salas de gran altura.

La luminaria está compuesta por un tubo fluorescente de 400 W, con reflector de aluminio y cierre de vidrio templado transparente.

*Philips 4ME550*

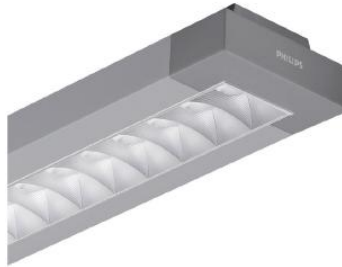
❖ **Philips TCS260 D/I 1xTL5-49W HFP M2 :**

La gama de luminarias EFix TCS260 permite ahorrar una considerable cantidad de energía sustituyendo las antiguas instalaciones electromagnéticas por la tecnología Philips más avanzada.

Su rendimiento óptico cumple las últimas normas EN-12464, lo que garantiza una calidad de luz mejorada en todas las aplicaciones.

Combinado con equipos de alta frecuencia propicia un sustancial ahorro de energía. Este ahorro se puede incrementar aún más integrando un controlador de luz diurna Luxsense en la luminaria. La familia EFix TCS260 combina las luminarias de montaje adosado y suspendido en un solo diseño. La luminaria incorpora un recuperador de flujo fácilmente desmontable que permite ajustar el haz para producir alumbrado directo o directo/indirecto. EFix TCS260 se suministra con lámparas y lista para instalar, por lo que el tiempo de instalación es

mínimo. La versión EFix TBS260 de montaje empotrado se usa para aplicaciones de iluminación general en oficinas y tiendas



*Philips TCS260 M2*

❖ **Philips TCS260 D/I 2xTL5-35W HFP M6 :**

Esta luminaria posee las características de la luminaria anterior.



*Philips TCS260 M6*

### **3.2.5 ALUMBRADO PLANTA BAJA.**

A continuación se resumen las luminarias que se instalarán en cada local o zona, indicando la iluminancia requerida y el número y tipo de luminarias seleccionado.

#### **3.2.5.1 Recepción.**

Para este local se han seleccionado luminarias Philips DN125B D187 1xLED10S/830

Emisión de luz 1:

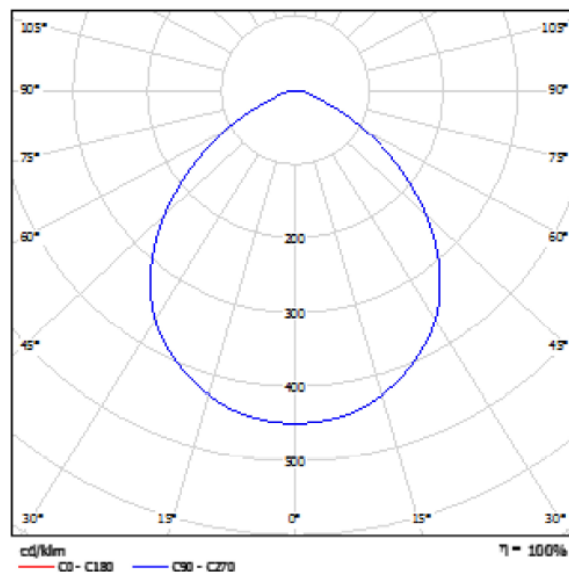
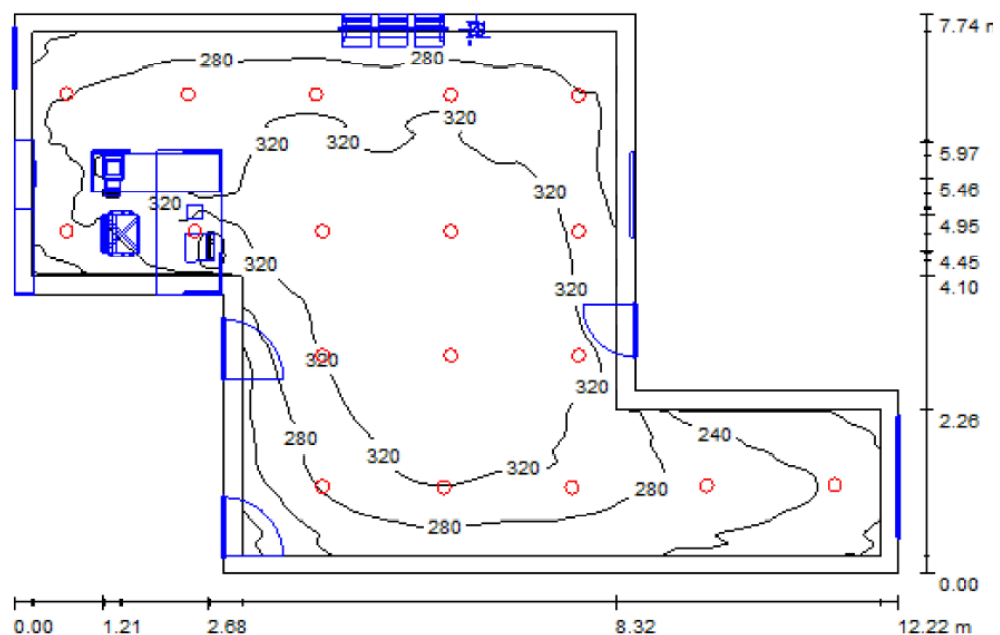


Figura 3.2.5.1.1 – Emisión de luz

Según normativa, la iluminancia media ( $E_m$  [lux]) en servicio deberá ser de 300 lux y la uniformidad de la iluminancia ( $E_{min} / E_m$ ) mayor o igual que 0,6; para ello se ha seleccionado 18 luminarias, obteniendo los siguientes resultados:



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valo

Figura 3.2.5.1.2 – Distribución del flujo luminoso

En la siguiente tabla podemos ver que en el plano útil sobrepasamos los 300 lux y los 0,6 de uniformidad de iluminancia:

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	297	180	358	0.607
Suelo	59	248	28	378	0.112
Techo	70	151	106	176	0.706
Paredes (8)	85	165	11	309	/

**Plano útil:**

Altura:	0.850 m
Trama:	128 x 128 Puntos
Zona marginal:	0.250 m

Tabla 3.2.5.1.1 – Distribución del flujo luminoso

La lámpara seleccionada cumple con el valor de Ra exigido que será en este caso, de 80. También cumplirá con la exigencia de UGR máxima que será 22. En la siguiente tabla podemos ver que cumplimos con dicha exigencia:

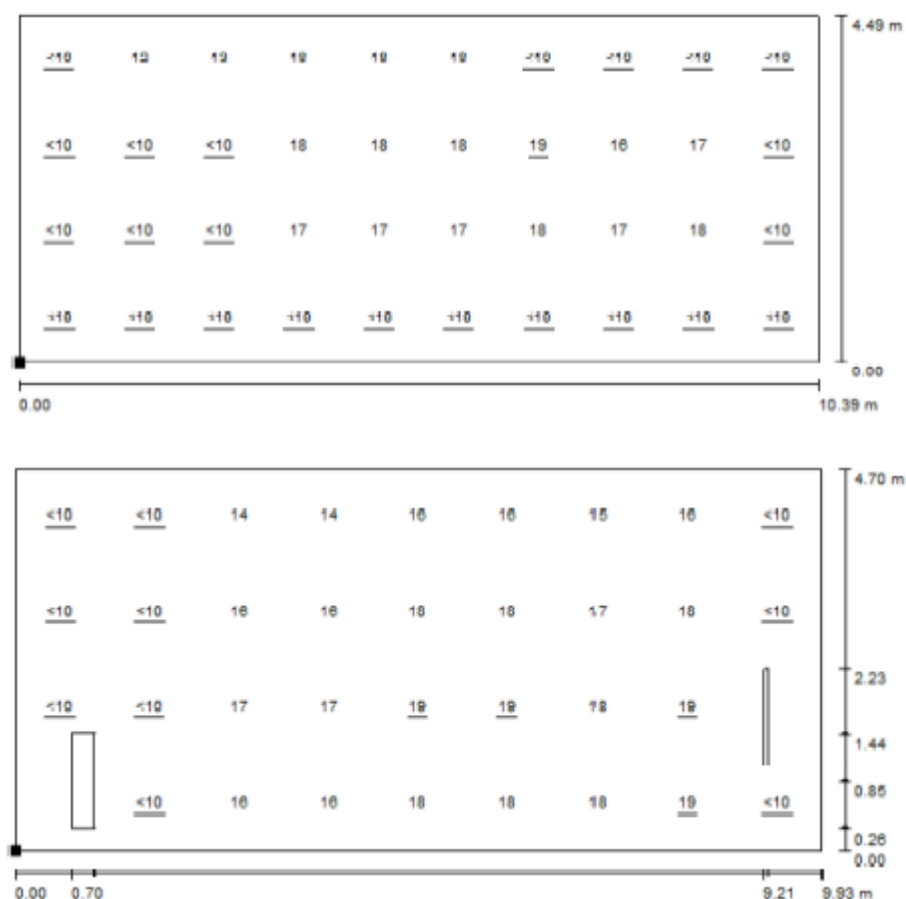


Figura 3.2.5.1.3 – Valores UGR

El valor de eficiencia energética (VEEI) exigido tendrá que ser menor de  $4W/m^2/100lux$  y el nuestro es de  $1,22W/m^2/100lux$ :

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	18	PHILIPS DN125B D187 1xLED10S/830 (1.000)	1000	1000	13.0
			Total: 18000	Total: 18000	234.0

Valor de eficiencia energética:  $3.64 \text{ W/m}^2 = 1.22 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $64.37 \text{ m}^2$ )

Tabla 3.2.5.1.2 – Valor VEEI

**3.2.5.2 Aseo Masculino.**

Para este local se han seleccionado luminarias Philips FBS296 1xPL-TT/4P42W HFP C.

Emisión de luz 1:

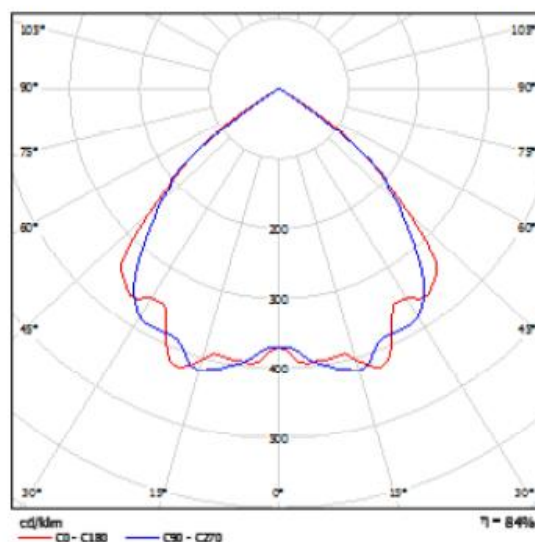
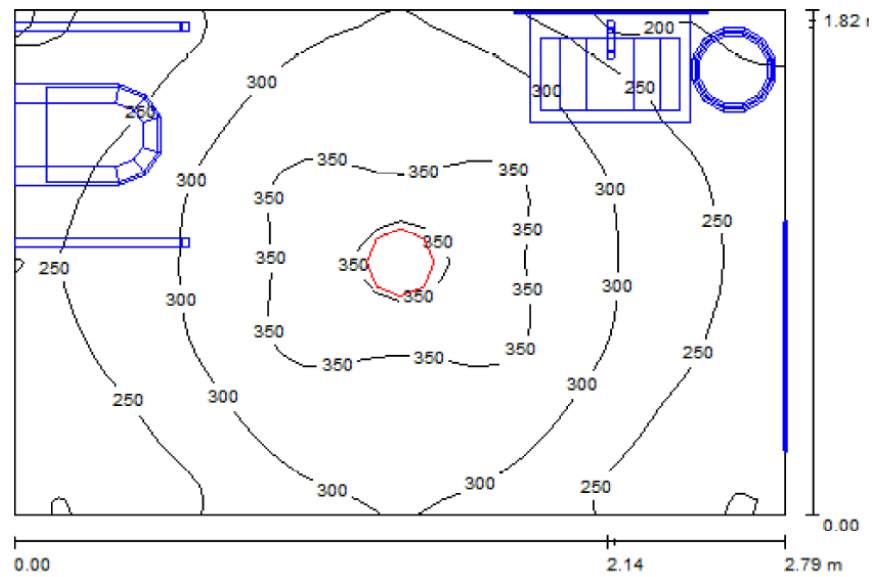


Figura 3.2.5.2.1 – Emisión de luz

Según normativa, la iluminancia media ( $E_m$  [lux]) en servicio deberá ser de 200 lux y la uniformidad de la iluminancia ( $E_{\min} / E_m$ ) mayor o igual que 0,4, para ello se ha seleccionado 1 luminaria, obteniendo los siguientes resultados.



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.965 m, Factor mantenimiento: 0.80

Figura 3.2.5.2.2 - Distribución del flujo luminoso

En la siguiente tabla podemos ver que en el plano útil sobrepasamos los 200 lux y los 0,4 de uniformidad de iluminancia:

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	286	140	361	0.491
Suelo	63	191	36	227	0.186
Techo	70	86	65	104	0.752
Paredes (4)	61	141	13	400	/

**Plano útil:**

Altura:	0.850 m
Trama:	32 x 32 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Tabla 3.2.5.2.1

La lámpara seleccionada cumple con el valor de Ra exigido que será en este caso, de 80. También cumplirá con la exigencia de UGR máxima que será 25. En la siguiente tabla podemos ver que cumplimos con dicha exigencia:



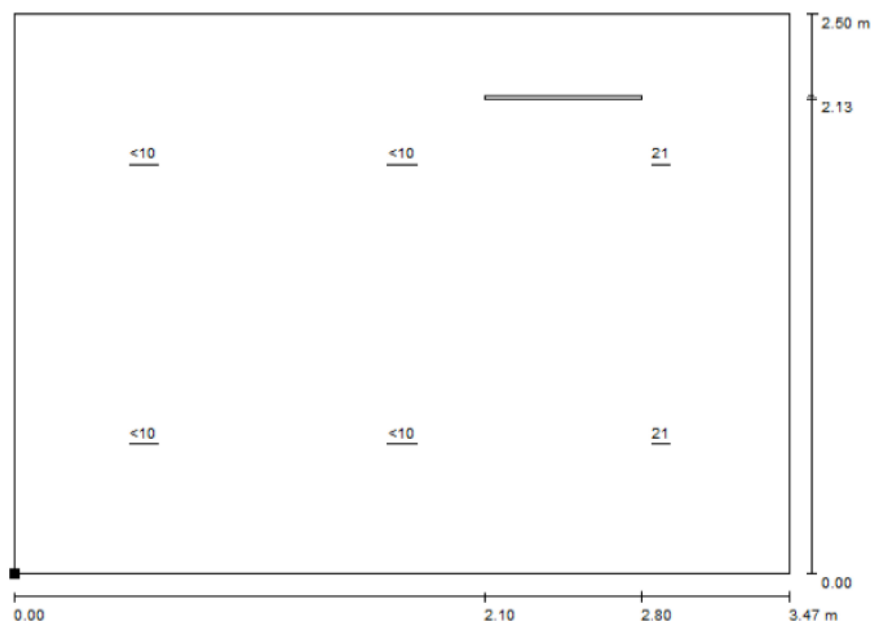


Figura 3.2.5.2.3 – Valores UGR

El valor de eficiencia energética exigido (VEEI) que ser menor de  $4 \text{ W/m}^2/100\text{lux}$  y el nuestro es de  $3,16 \text{ W/m}^2/100\text{lux}$ :

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	Philips FBS296 1xPL-TT/4P42W HFP C (1.000)	2688	3200	46.0
			Total: 2688	Total: 3200	46.0

Valor de eficiencia energética:  $9.03 \text{ W/m}^2 = 3.16 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $5.09 \text{ m}^2$ )

Tabla 3.2.5.2.2 – Valor VEEI

### 3.2.5.3 Aseo Femenino.

Para este local se han seleccionado la misma luminaria que en el apartado anterior, los cálculos son iguales a los obtenidos anteriormente en el aseo masculino.

### 3.2.5.4. Pasillo Vestuarios

Para este local se han seleccionado luminarias BBS411 W9L120 1xLED24/830 LIN-PC.

## Emisión de luz 1:

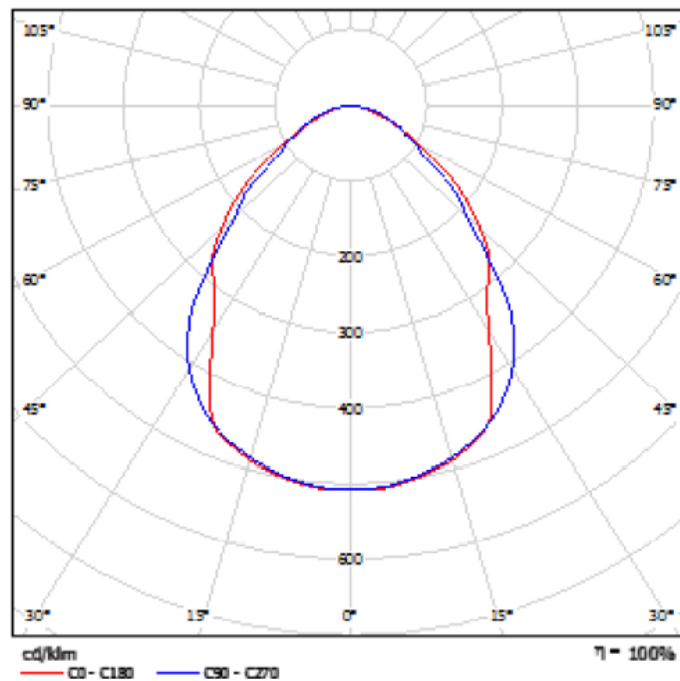
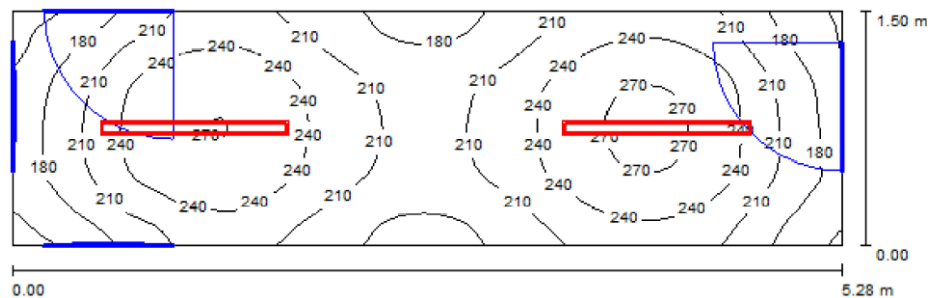


Figura 3.2.5.4.1 – Emisión de luz

Según normativa, la iluminancia media ( $E_m$  [lux]) en servicio deberá ser de 100 lux y la uniformidad de la iluminancia ( $E_{min} / E_m$ ) mayor o igual que 0,4; para ello se ha seleccionado 2 luminarias, obteniendo los siguientes resultados:



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux

Figura 3.2.5.4.2 - Distribución del flujo luminoso

En la siguiente tabla podemos ver que en el plano útil sobrepasamos los 100 lux y los 0,4 de uniformidad de iluminancia:

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	218	139	277	0.639
Suelo	63	155	112	176	0.722
Techo	70	55	38	65	0.698
Paredes (4)	45	114	40	242	/

**Plano útil:**

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 32 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Tabla 3.2.5.4.1 – Distribución del flujo luminoso

La lámpara seleccionada cumple con el valor de Ra exigido que será en este caso, de 80. También cumplirá con la exigencia de UGR máxima que será 22. En la siguiente tabla podemos ver que cumplimos con dicha exigencia:



Figura 3.2.5.4.3 – Valores UGR

El valor de eficiencia energética (VEEI) exigido que ser menor de  $4 \text{ W/m}^2/100\text{lux}$  y el nuestro es de  $2,66\text{W/m}^2/100\text{lux}$ :

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS BBS411 W9L120 1xLED24/830 LIN-PC (1.000)	2000	2000	23.0
Total:			4000	4000	46.0

Valor de eficiencia energética:  $5.81 \text{ W/m}^2 = 2.66 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $7.92 \text{ m}^2$ )

Tabla 3.2.5.4.2 – Valor VEEI

**3.2.5.5 Vestuario Femenino.**

Para este local se han seleccionado luminarias PHILIPS 4IS090 1xTL-D36W HF O.

Emisión de luz 1:

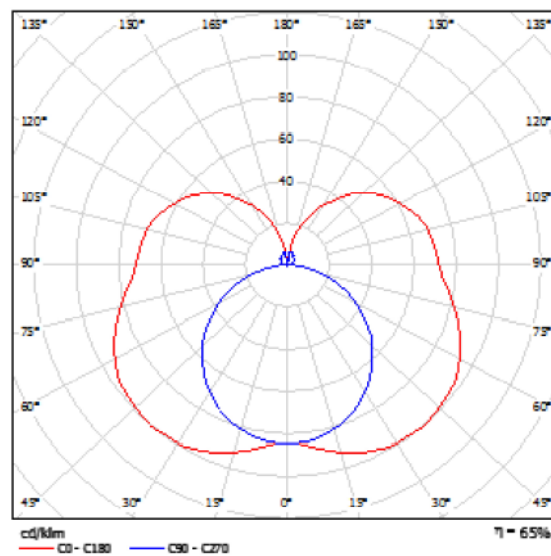
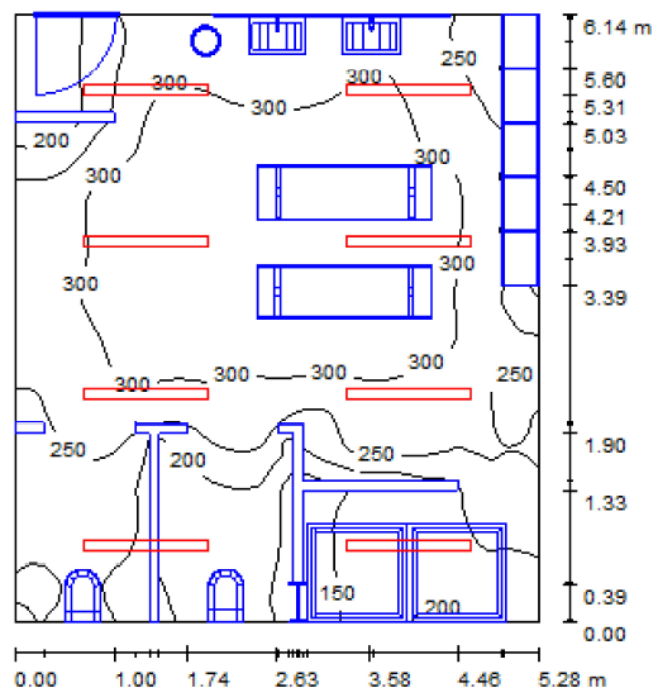


Figura 3.2.5.5.1 – Emisión de luz

Según normativa, la iluminancia media ( $E_m$  [lux]) en servicio deberá ser de 200 lux y la uniformidad de la iluminancia ( $E_{min} / E_m$ ) mayor o igual que 0,4; para ello se ha seleccionado 8 luminarias, obteniendo los siguientes resultados:



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Figura 3.2.5.5.2 - Distribución del flujo luminoso

En la siguiente tabla podemos ver que en el plano útil sobrepasamos los 200 lux y los 0,4 de uniformidad de iluminancia:

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	262	111	351	0.423
Suelo	63	170	20	260	0.120
Techo	70	260	91	1007	0.349
Paredes (4)	61	186	4.99	501	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

Tabla 3.2.5.5.1 – Distribución del flujo luminoso

La lámpara seleccionada cumple con el valor de Ra exigido que será en este caso, de 80. También cumplirá con la exigencia de UGR máxima que será 25. En la siguiente tabla podemos ver que cumplimos con dicha exigencia:

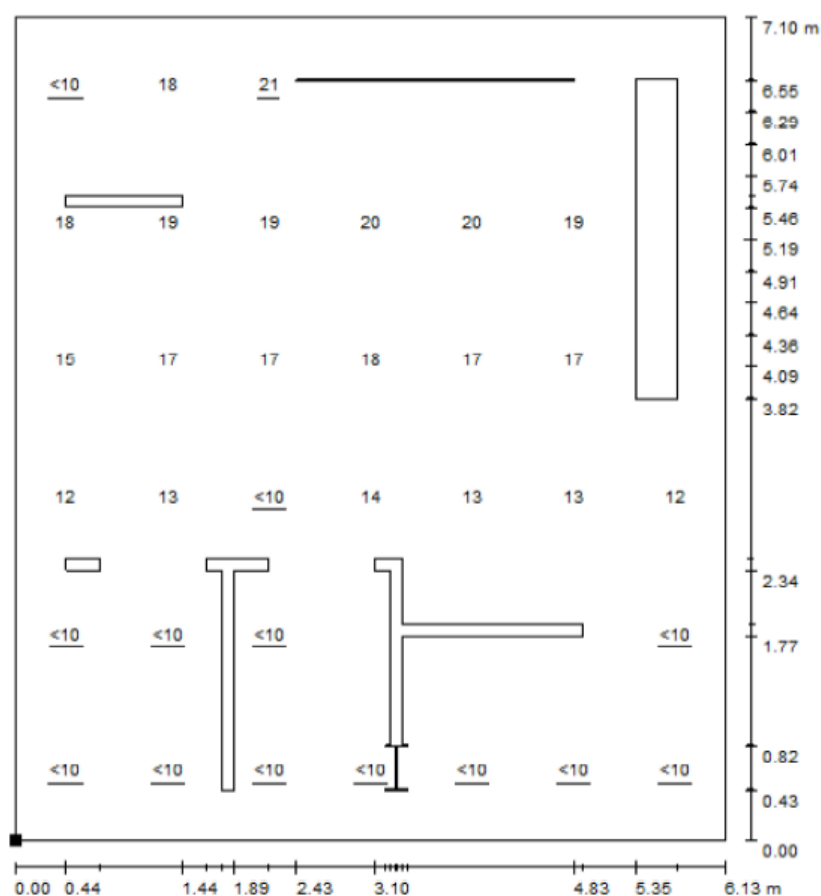


Figura 3.2.5.5.3 – Valores UGR

El valor de eficiencia energética (VEEI) exigido que ser menor de  $4 \text{ W/m}^2/100\text{lux}$  y el nuestro es de  $3,39\text{W/m}^2/100\text{lux}$ :

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS 4IS090 1xTL-D36W HF O (1.000)	2177	3350	36.0
			Total: 17420	Total: 26800	288.0

Valor de eficiencia energética:  $8.88 \text{ W/m}^2 = 3.39 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $32.42 \text{ m}^2$ )

Tabla 3.2.5.5.2 – Valor VEEI

### 3.2.5.6 Vestuario Masculino.

Para este local se han seleccionado las mismas luminarias que en el apartado anterior.

Emisión de luz 1:

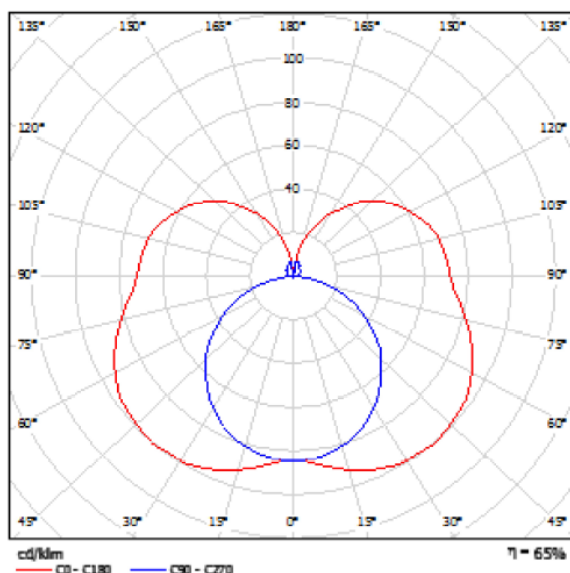
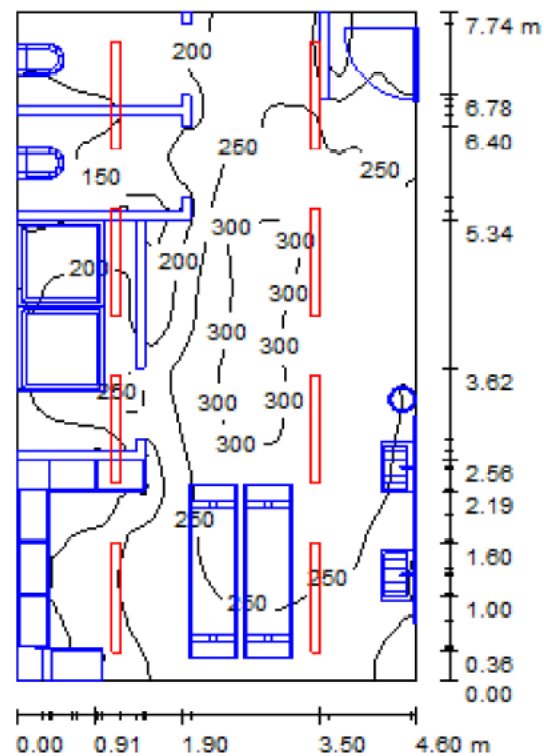


Figura 3.2.5.6.1 – Emisión de luz

Según normativa, la iluminancia media ( $E_m$  [lux]) en servicio deberá ser de 200 lux y la uniformidad de la iluminancia ( $E_{\min} / E_m$ ) mayor o igual que 0,4; para ello se ha seleccionado 8 luminarias, obteniendo los siguientes resultados:



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Figura 3.2.5.6.2 - Distribución del flujo luminoso

En la siguiente tabla podemos ver que en el plano útil sobrepasamos los 200 lux y los 0,4 de uniformidad de iluminancia:

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	229	107	310	0.470
Suelo	63	141	8.02	247	0.057
Techo	70	228	40	974	0.174
Paredes (4)	61	168	1.79	340	/
<b>Plano útil:</b>					
Altura:	0.850 m				
Trama:	128 x 128 Puntos				
Zona marginal:	0.000 m				

Tabla 3.2.5.6.1 – Distribución del flujo luminoso

La lámpara seleccionada cumple con el valor de Ra exigido que será en este caso, de 80. También cumplirá con la exigencia de UGR máxima que será 25. En la siguiente tabla podemos ver que cumplimos con dicha exigencia:

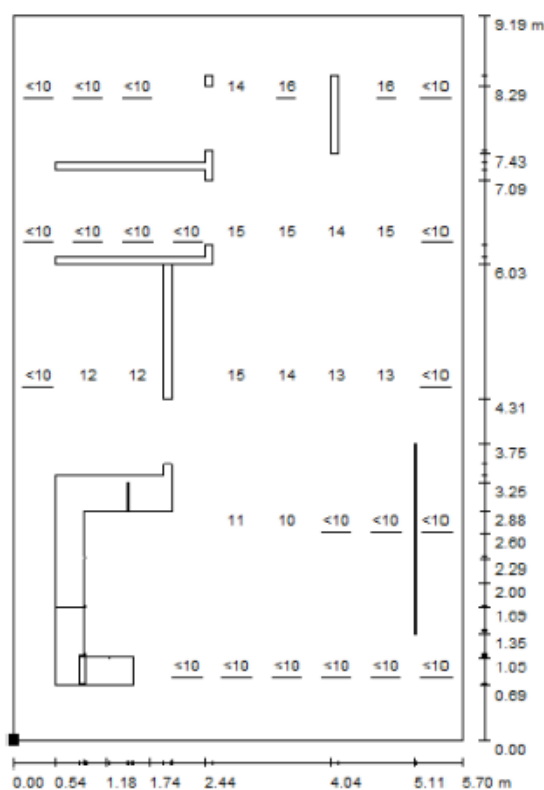


Figura 3.2.5.6.3 – Valores UGR

El valor de eficiencia energética (VEEI) exigido que ser menor de  $4 \text{ W/m}^2/100\text{lux}$  y el nuestro es de  $3,54 \text{ W/m}^2/100\text{lux}$ :

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS 4IS090 1xTL-D36W HF O (1.000)	2177	3350	36.0
Total:			17420	26800	288.0

Valor de eficiencia energética:  $8.10 \text{ W/m}^2 = 3.54 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $35.57 \text{ m}^2$ )

Tabla 3.2.5.6.2 – Valor VEEI

### 3.2.5.7 Taller.

Para esta zona se han seleccionado luminarias PHILIPS 4ME550 P-MB 1xSON400W +9ME100 R GC D550.



Emisión de luz 1:

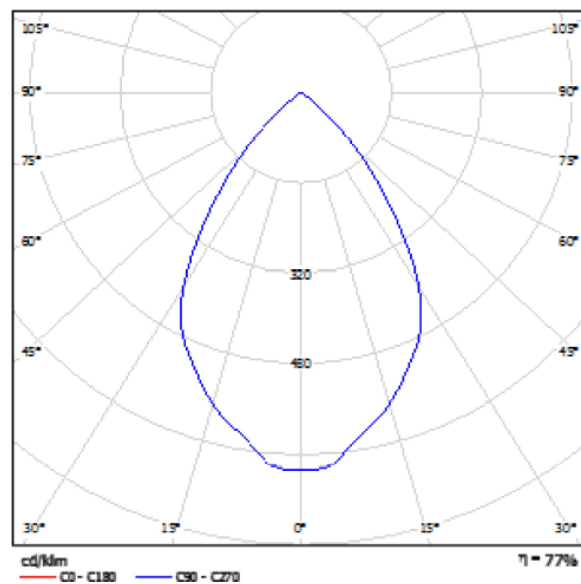


Figura 3.2.5.7.1 – Emisión de luz

Según normativa, la iluminancia media ( $E_m$  [lux]) en servicio deberá ser de 300 lux y la uniformidad de la iluminancia ( $E_{min} / E_m$ ) mayor o igual que 0,6; para ello se ha seleccionado 8 luminarias, obteniendo los siguientes resultados:

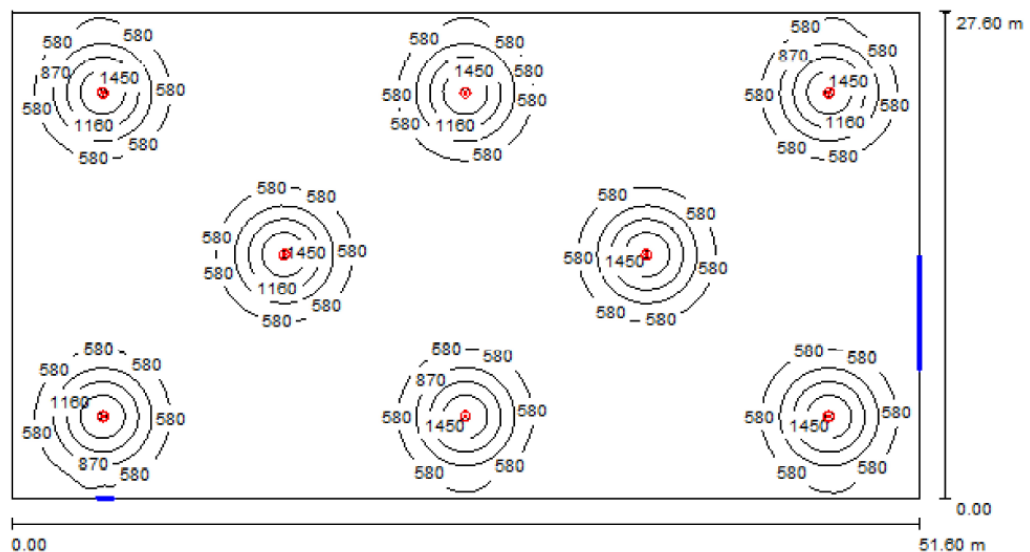


Figura 3.2.5.7.2 - Distribución del flujo luminoso

En la siguiente tabla podemos ver que en el plano útil sobrepasamos los 300 lux y los 0,6 de uniformidad de iluminancia:

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	578	359	1798	0.621
Suelo	88	576	364	1381	0.633
Techo	88	476	386	643	0.811
Paredes (4)	88	460	366	799	/

**Plano útil:**

Altura:	0.850 m
Trama:	128 x 128 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Tabla 3.2.5.7.1 – Distribución del flujo luminoso

La lámpara seleccionada cumple con el valor de Ra exigido que será en este caso, de 80. También cumplirá con la exigencia de UGR máxima que será 25. En la siguiente tabla podemos ver que cumplimos con dicha exigencia:

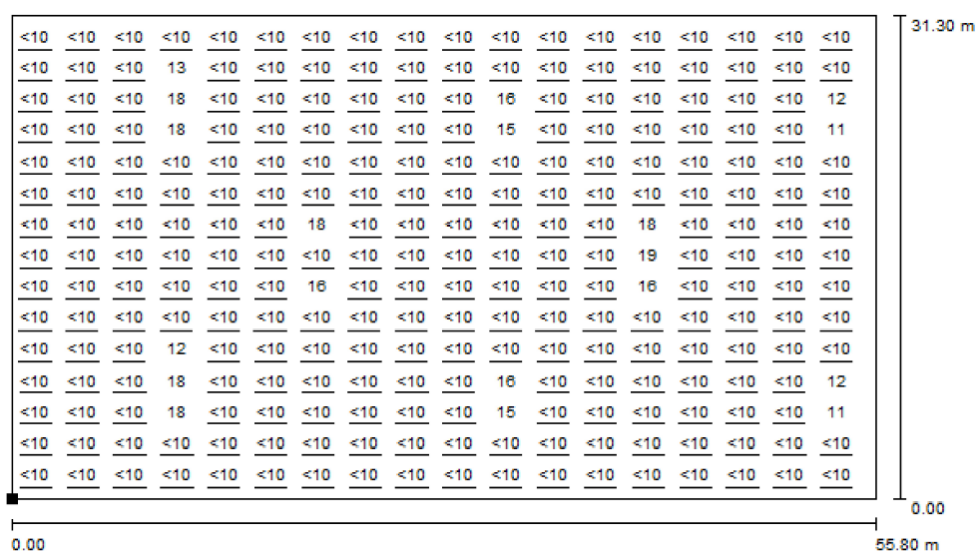


Figura 3.2.5.7.3 – Valores UGR

El valor de eficiencia energética (VEEI) exigido tendrá que ser menor de  $4\text{W/m}^2/100\text{lux}$  y el nuestro es de  $0,42\text{W/m}^2/100\text{lux}$ :

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS 4ME550 P-MB 1xSON400W +9ME100 R GC D550 (1.000)	36960	48000	433.0
Total:			295680	384000	3464.0

Valor de eficiencia energética:  $2.43\text{ W/m}^2 = 0.42\text{ W/m}^2/100\text{ lx}$  (Base:  $1424.16\text{ m}^2$ )

Tabla 3.2.5.7.2 – Valor VEEI

### 3.2.5.8 Escaleras

Para este local se han seleccionado luminarias PHILIPS DN125B D187 1xLED10S/830

Emisión de luz 1:

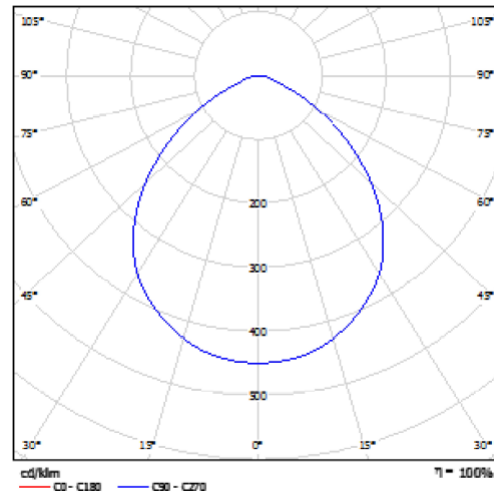
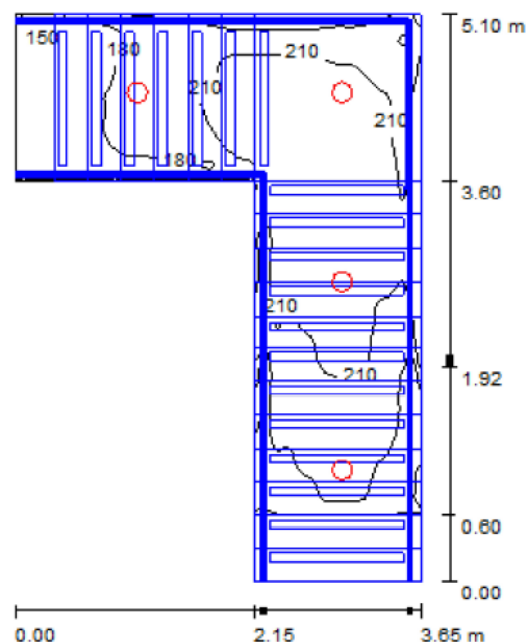


Figura 3.2.5.8.1 – Emisión de luz

Según normativa, la iluminancia media ( $E_m$  [lux]) en servicio deberá ser de 100 lux y la uniformidad de la iluminancia ( $E_{min} / E_m$ ) mayor o igual que 0,4; para ello se ha seleccionado 4 luminarias, obteniendo los siguientes resultados:



Altura del local: 6.000 m, Altura de montaje: 6.103 m, Factor mantenimiento: 0.80

Figura 3.2.5.8.2 - Distribución del flujo luminoso

En la siguiente tabla podemos ver que en el plano útil sobrepasamos los 100 lux y

los 0,4 de uniformidad de iluminancia:

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	200	122	241	0.610
Suelo	63	9.31	4.41	73	0.474
Techo	70	139	106	168	0.759
Paredes (6)	85	109	4.52	290	/

**Plano útil:**

Altura:	3.000 m
Trama:	128 x 128 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Tabla 3.2.5.8.1 – Distribución del flujo luminoso

La lámpara seleccionada cumple con el valor de Ra exigido que será en este caso, de 80. También cumplirá con la exigencia de UGR máxima que será 25. En la siguiente tabla podemos ver que cumplimos con dicha exigencia:

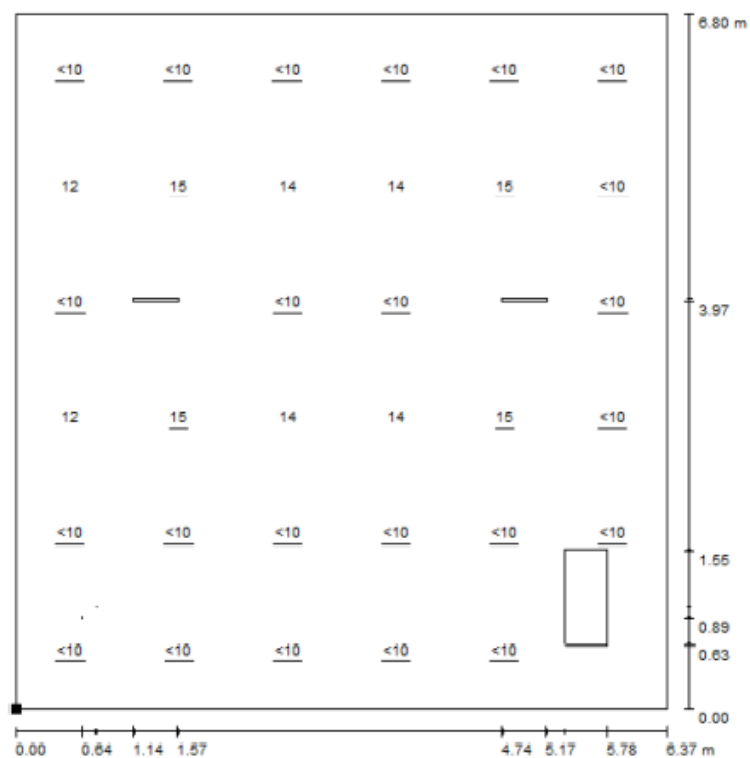


Figura 3.2.5.8.3 – Valores UGR

El valor de eficiencia energética (VEEI) exigido que ser menor de  $4\text{W/m}^2/100\text{lux}$  y el nuestro es de  $2,40\text{ W/m}^2/100\text{lux}$ :

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS DN125B D187 1xLED10S/830 (1.000)	1000	1000	13.0
			Total: 4000	Total: 4000	52.0

Valor de eficiencia energética:  $4.78 \text{ W/m}^2 = 2.40 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.87 \text{ m}^2$ )

Tabla 3.2.5.8.2 – Valor VEEI

### 3.2.6 ALUMBRADO ENTREPLANTA.

#### 3.2.6.1 Pasillo Entreplanta.

Para este local se han seleccionado luminarias PHILIPS DN125B D187 1xLED10S/830.

Emisión de luz 1:

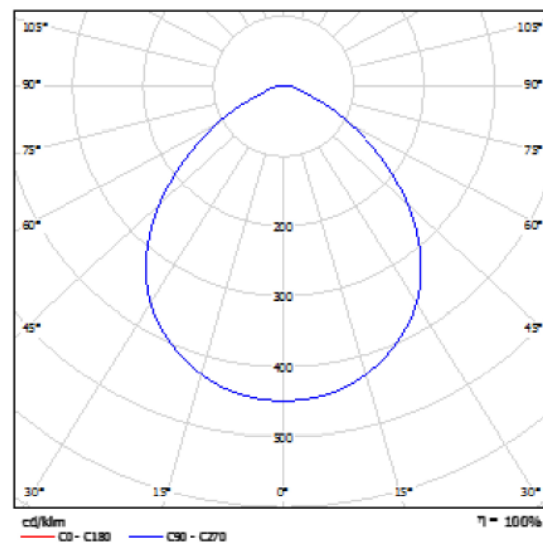
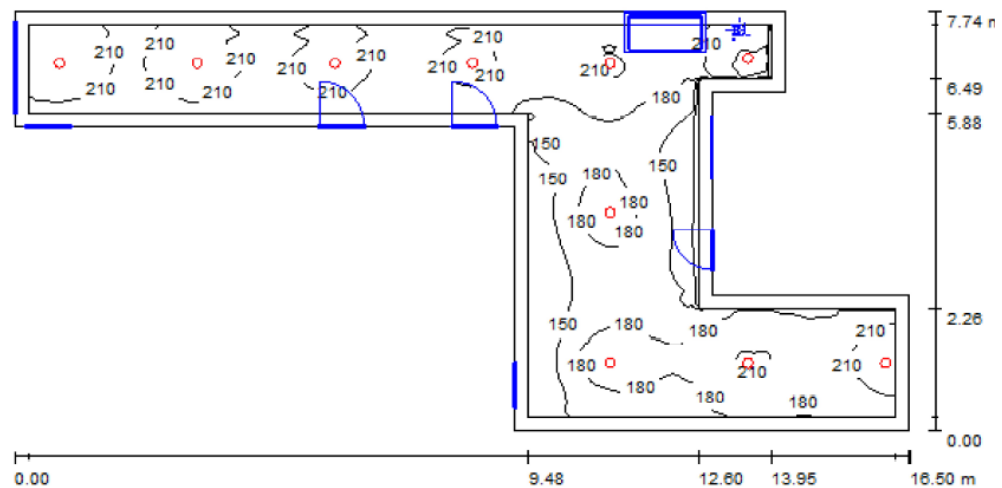


Figura 3.2.6.1.1 – Emisión de luz

Según normativa, la iluminancia media ( $E_m$  [lux]) en servicio deberá ser de 150 lux y la uniformidad de la iluminancia ( $E_{\min} / E_m$ ) mayor o igual que 0,6; para ello se ha seleccionado 10 luminarias, obteniendo los siguientes resultados:



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.903 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux,

Figura 3.2.6.1.2 – Distribución del flujo luminoso

En la siguiente tabla podemos ver que en el plano útil sobrepasamos los 100 lux y los 0,6 de uniformidad de iluminancia:

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	188	116	248	0.618
Suelo	68	165	19	210	0.118
Techo	70	117	83	176	0.709
Paredes (10)	88	139	8.62	482	/
<b>Plano útil:</b>					
Altura:	0.850 m				
Trama:	128 x 128 Puntos				
Zona marginal:	0.250 m				

Tabla 3.2.6.1.1 – Distribución del flujo luminoso

La lámpara seleccionada cumple con el valor de Ra exigido que será en este caso, de 80. También cumplirá con la exigencia de UGR máxima que será 22. En la siguiente tabla podemos ver que cumplimos con dicha exigencia:

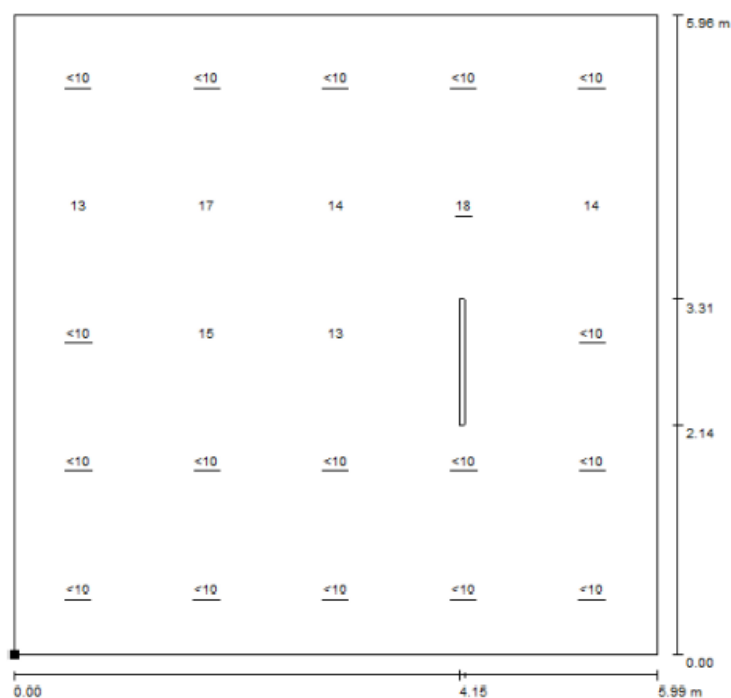


Figura 3.2.6.1.3 – Valores UGR

El valor de eficiencia energética (VEEI) exigido tendrá que ser menor de  $4\text{W/m}^2/100\text{lux}$  y el nuestro es de  $1,81\text{W/m}^2/100\text{lux}$ :

#### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	10	PHILIPS DN125B D187 1xLED10S/830 (1.000)	1000	1000	13.0
Total:			10000	Total: 10000	130.0

Valor de eficiencia energética:  $2.21\text{ W/m}^2 = 1.18\text{ W/m}^2/100\text{ lx}$  (Base:  $58.70\text{ m}^2$ )

Tabla 3.2.6.1.2 – Valor VEEI

### 3.2.6.2 Sala de Limpieza.

Para este local se han seleccionado luminarias Philips FBS296 1xTL-TT/4P42W HFP C.

Emisión de luz 1:

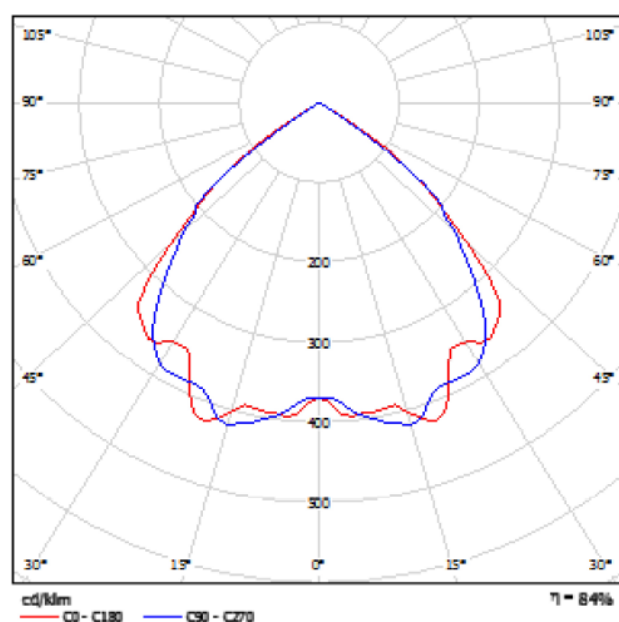
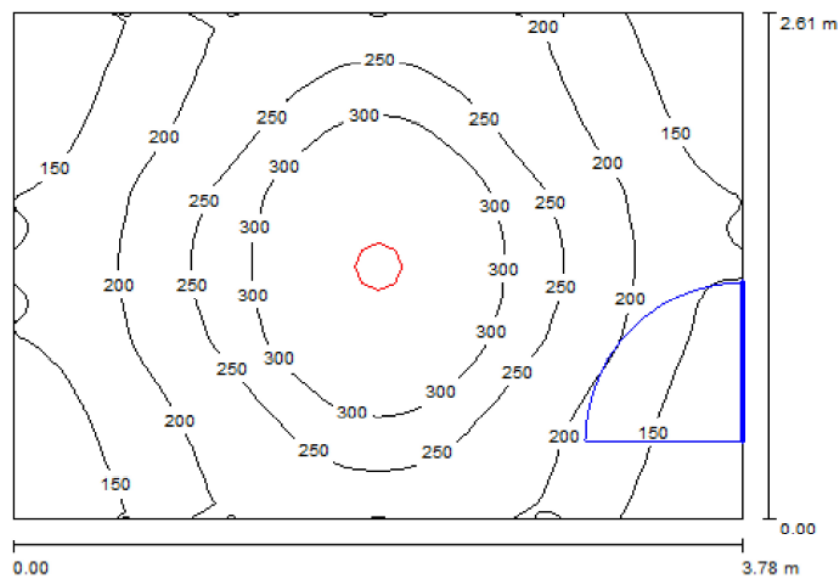


Figura 3.2.6.2.1 – Emisión de luz

Según normativa, la iluminancia media ( $E_m$  [lux]) en servicio deberá ser de 100 lux y la uniformidad de la iluminancia ( $E_{min} / E_m$ ) mayor o igual que 0,4; para ello se ha seleccionado 1 luminaria, obteniendo los siguientes resultados:



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.965 m, Factor mantenimiento: 0.80

Figura 3.2.6.2.2 - Distribución del flujo luminoso

En la siguiente tabla podemos ver que en el plano útil sobrepasamos los 100 lux y los 0,4 de uniformidad de iluminancia:



Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	219	111	331	0.508
Suelo	20	175	126	210	0.720
Techo	70	63	50	72	0.792
Paredes (4)	85	95	50	216	/

**Plano útil:**

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Tabla 3.2.6.2.1 – Distribución del flujo luminoso

La lámpara seleccionada cumple con el valor de Ra exigido que será en este caso, de 60. También cumplirá con la exigencia de UGR máxima que será 25. En la siguiente tabla podemos ver que cumplimos con dicha exigencia:

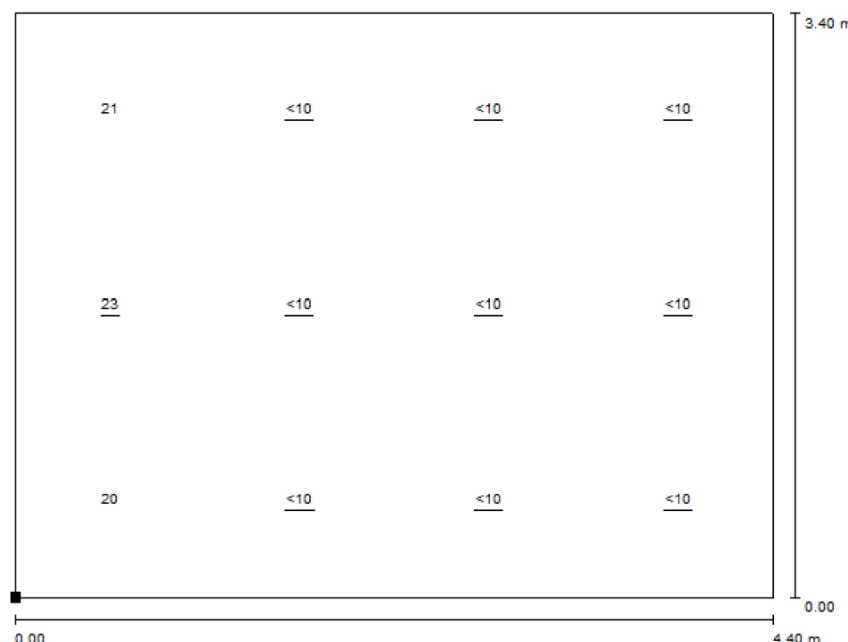


Figura 3.2.6.2.3 – Valores UGR

El valor de eficiencia energética (VEEI) exigido tendrá que ser menor de  $4\text{W/m}^2/100\text{lux}$  y el nuestro es de  $2,13\text{W/m}^2/$

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS FBS296 1xPL-TT/4P42W HFP C (1.000)	2688	3200	46.0
Total:			2688	3200	46.0

Valor de eficiencia energética:  $4.66\text{ W/m}^2 = 2.13\text{ W/m}^2/100\text{ lx}$  (Base:  $9.87\text{ m}^2$ )

Tabla 3.2.6.2.2 – Valor VEEI

### 3.2.6.3 Aseo Femenino.

Para este local se han seleccionado luminarias Philips FBS296 1xPL-TT/4P42W HFP.

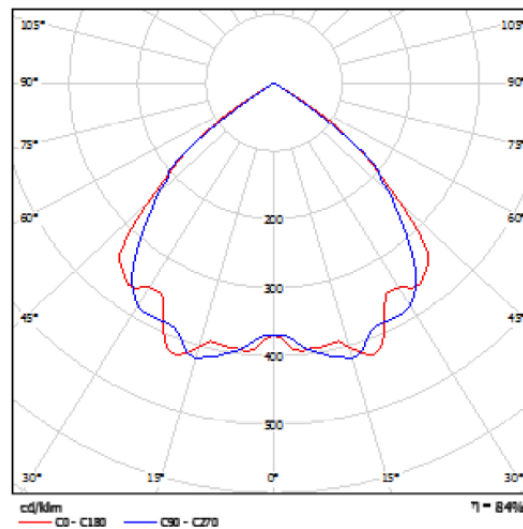
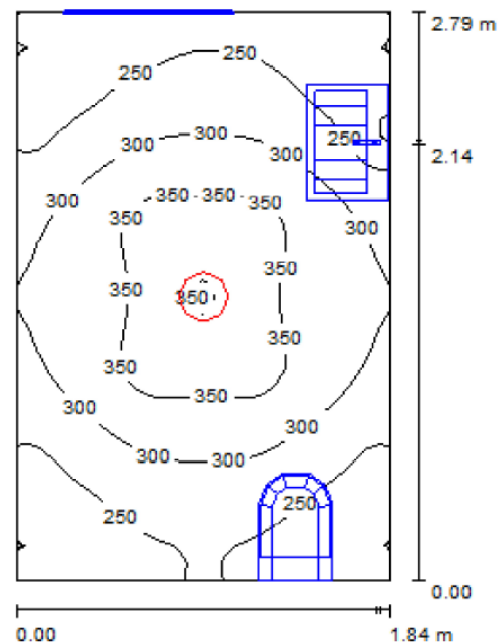


Figura 3.2.6.3.1 – Emisión de luz

Según normativa, la iluminancia media ( $E_m$  [lux]) en servicio deberá ser de 200 lux y la uniformidad de la iluminancia ( $E_{min} / E_m$ ) mayor o igual que 0,4; para ello se ha seleccionado 1 luminaria, obteniendo los siguientes resultados:



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.965 m, Factor mantenimiento: 0.80

Figura 3.2.6.3.2 - Distribución del flujo luminoso

En la siguiente tabla podemos ver que en el plano útil sobrepasamos los 200 lux y los 0,4 de uniformidad de iluminancia:

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	288	162	363	0.563
Suelo	63	197	72	228	0.365
Techo	70	89	69	106	0.770
Paredes (4)	61	151	30	397	/
<b>Plano útil:</b>					
Altura:	0.850 m				
Trama:	32 x 32 Puntos				
Zona marginal:	0.000 m				

Tabla 3.2.6.3.1

La lámpara seleccionada cumple con el valor de Ra exigido que será en este caso, de 80. También cumplirá con la exigencia de UGR máxima que será 25. En la siguiente tabla podemos ver que cumplimos con dicha exigencia:

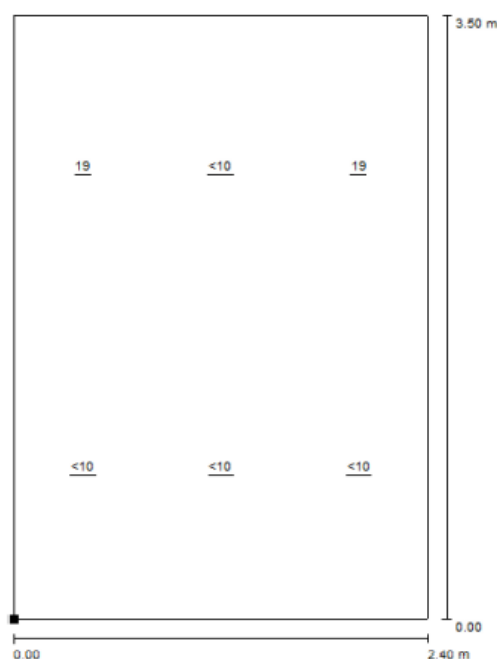


Figura 3.2.6.3.3 – Valores UGR

El valor de eficiencia energética exigido (VEEI) que ser menor de 4 W/m<sup>2</sup>/100lux y el nuestro es de 3,11W/m<sup>2</sup>/100lux:

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS FBS296 1xPL-TT/4P42W HFP C (1.000)	2688	3200	46.0
Total:			2688	3200	46.0

Valor de eficiencia energética:  $8.95 \text{ W/m}^2 = 3.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $5.14 \text{ m}^2$ )

Tabla 3.2.6.1.2 – Valor VEEI

**3.2.6.4 Aseo Masculino.**

Para este local se han seleccionado la misma luminaria que en el apartado anterior, los cálculos obtenidos son iguales ya que el aseo masculino es de las mismas características que el aseo femenino.

**3.2.6.5 Oficina.**

Para este local se han seleccionado luminarias PHILIPS TCS260 D/I 1xTL5-49W HFP M2.

Emisión de luz 1:

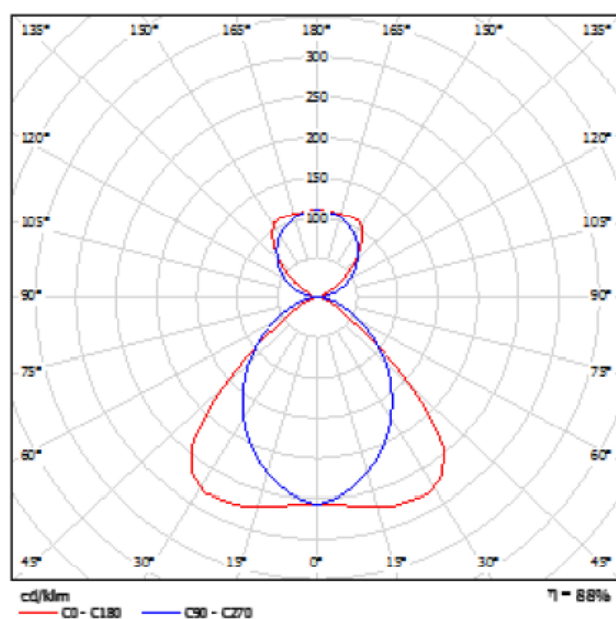
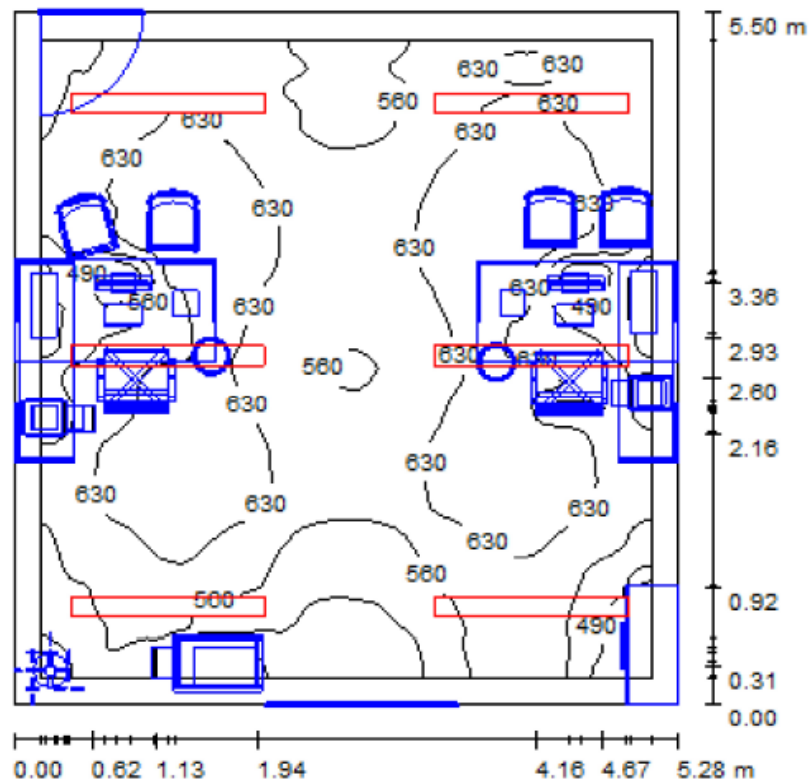


Figura 3.2.6.5.1 – Emisión de luz

Según normativa, la iluminancia media ( $E_m$  [lux]) en servicio deberá ser de 500 lux y la uniformidad de la iluminancia ( $E_{\min} / E_m$ ) mayor o igual que 0,6; para ello se ha seleccionado 6 luminarias, obteniendo los siguientes resultados:



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Figura 3.2.6.5.2 - Distribución del flujo luminoso

En la siguiente tabla podemos ver que en el plano útil sobrepasamos los 500 lux y los 0,6 de uniformidad de iluminancia:

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	596	392	697	0.658
Suelo	59	395	81	592	0.204
Techo	70	477	228	9977	0.478
Paredes (4)	88	334	26	600	/
<b>Plano útil:</b>					
Altura:	0.850 m				
Trama:	128 x 128 Puntos				
Zona marginal:	0.210 m				

Tabla 3.2.6.5.1 – Distribución del flujo luminoso

La lámpara seleccionada cumple con el valor de Ra exigido que será en este caso, de 80. También cumplirá con la exigencia de UGR máxima que será 19. En la siguiente tabla podemos ver que cumplimos con dicha exigencia:

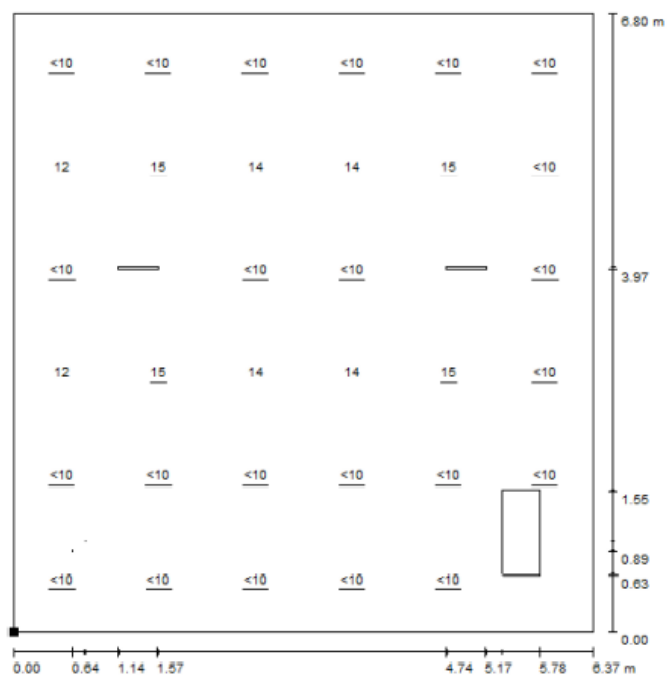


Figura 3.2.6.5.3 – Valores UGR

El valor de eficiencia energética (VEEI) exigido tendrá que ser menor de  $3\text{W/m}^2/100\text{lux}$  y el nuestro es de  $1,91\text{W/m}^2/100\text{lux}$ :

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS TCS260 D/I 1xTL5-49W HFP M2 (1.000)	3850	4375	55.0
Total:			23100	26250	330.0

Valor de eficiencia energética:  $11.36\text{ W/m}^2 = 1.91\text{ W/m}^2/100\text{ lx}$  (Base:  $29.06\text{ m}^2$ )

Tabla 3.2.6.5.2– Valor VEEI

### 3.2.6.6 Sala de Juntas.

Para este local se han seleccionado luminarias PHILIPS TCS260 D/I 2xTL5-35W HFP M6.

Emisión de luz 1:

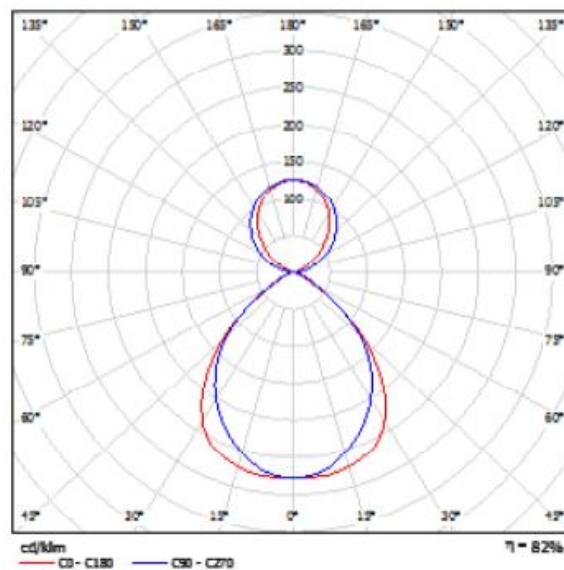
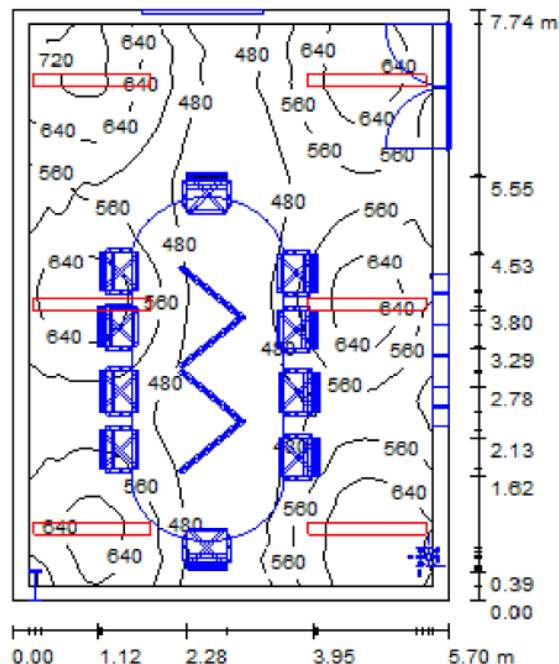


Figura 3.2.6.6.1 – Emisión de luz

Según normativa, la iluminancia media ( $E_m$  [lux]) en servicio deberá ser de 500 lux y la uniformidad de la iluminancia ( $E_{min} / E_m$ ) mayor o igual que 0,6; para ello se ha seleccionado 6 luminarias, obteniendo los siguientes resultados:



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Figura 3.2.6.6.2 - Distribución del flujo luminoso

En la siguiente tabla podemos ver que en el plano útil sobrepasamos los 500 lux y

los 0,6 de uniformidad de iluminancia:

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	556	395	759	0.710
Suelo	63	367	29	618	0.079
Techo	70	437	112	10239	0.255
Paredes (4)	85	329	63	693	/

**Plano útil:**

Altura:	0.850 m
Trama:	128 x 128 Puntos
Zona marginal:	0.200 m

Tabla 3.2.6.6.1 – Distribución del flujo luminoso

La lámpara seleccionada cumple con el valor de Ra exigido que será en este caso, de 80. También cumplirá con la exigencia de UGR máxima que será 19. En la siguiente tabla podemos ver que cumplimos con dicha exigencia:

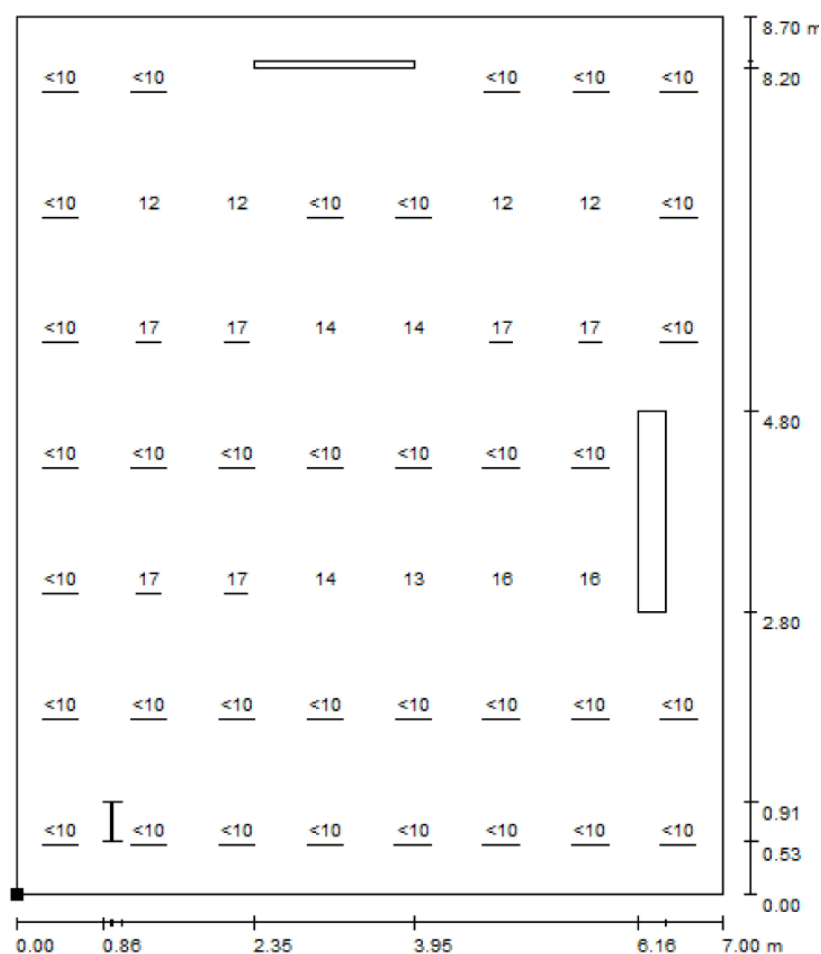


Figura 3.2.6.6.3 – Valores UGR



El valor de eficiencia energética (VEEI) exigido tendrá que ser menor de  $3\text{W/m}^2/100\text{lux}$  y el nuestro es de  $1,88\text{W/m}^2/100\text{lux}$ :

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS TCS260 D/I 2xTL5-35W HFP M6 (1.000)	5453	6650	77.0
Total:			32718	39900	462.0

Valor de eficiencia energética:  $10.47\text{ W/m}^2 = 1.88\text{ W/m}^2/100\text{ lx}$  (Base:  $44.12\text{ m}^2$ )

Tabla 3.2.6.6.2 – Valor VEEI

### 3.2.7 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.

#### 3.2.7.1 Selección de las luminarias.

Se ha seleccionado el tipo de alumbrado más conveniente para cada zona, dependiendo del nivel de iluminación requerido, en función de la actividad a realizar en dicha zona. Asimismo se ha tenido en cuenta la calidad de limitación de deslumbramiento directo de cada luminaria y el rendimiento de color de la lámpara más recomendado para una instalación concreta.

#### 3.2.7.2 Iluminación.

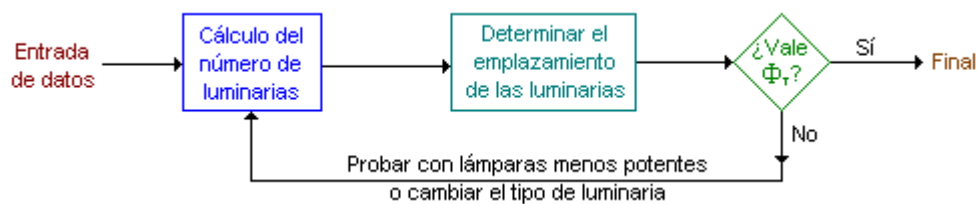
Para realizar los cálculos se ha usado el programa de cálculo DIALUX 4.7. Todos los cálculos de iluminación se realizarán basándose en el método del flujo, teniendo en cuenta las recomendaciones de la C.I.E. en cuanto a iluminancias de servicio, calidad de la limitación de deslumbramiento directo y grupo de rendimiento de color más recomendado para una instalación concreta. A partir de los datos geométricos del local y de los factores de reflexión (que van en función de los colores de la pared, techo y suelo), se obtienen de tablas, datos como iluminancia media en servicio, calidad de deslumbramiento directo, factor de mantenimiento, factor de utilización, etc.

De forma manual el procedimiento es el siguiente:

### 3.2.7.2.1 Método de los lúmenes.

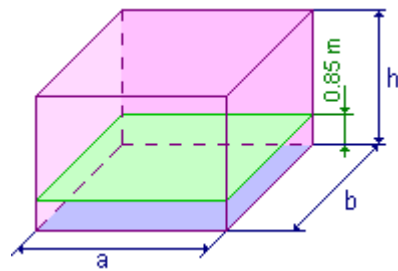
La finalidad de este método es calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general. Es muy práctico y fácil de usar, y por ello se utiliza mucho en la iluminación de interiores cuando la precisión necesaria no es muy alta como ocurre en la mayoría de los casos.

El proceso a seguir se puede explicar mediante el siguiente diagrama de bloques:



➤ Datos de entrada:

⇒ Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo), normalmente de 0,85 m.

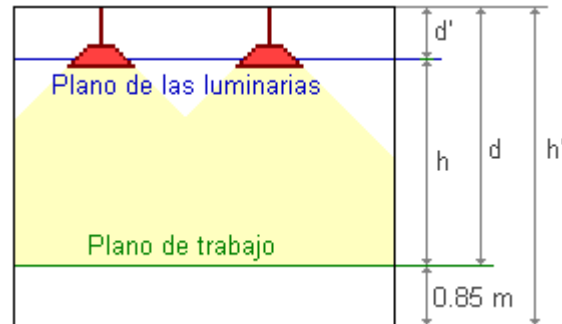


⇒ Determinar el nivel de iluminancia media ( $E_m$ ). Este valor depende del tipo de actividad a realizar en el local y podemos encontrarlos tabulados en normas y recomendaciones.

⇒ Escoger el tipo de lámpara (incandescente, fluorescente, HPI...) más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar.

⇒ Escoger el sistema de alumbrado que mejor se adapte a nuestras necesidades y las luminarias correspondientes.

- ⇒ Determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido.



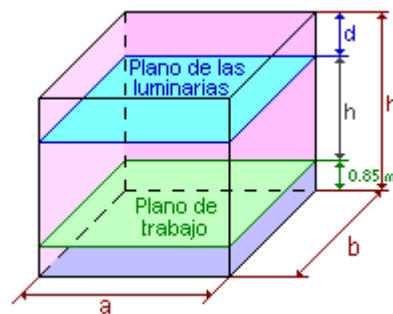
$h$ : altura entre el plano de trabajo y las luminarias.

$h'$ : altura del local.

$d$ : altura del plano de trabajo al techo.

$d'$ : altura entre el plano de trabajo y las luminarias.

- ⇒ Calcular el índice del local ( $k$ ) a partir de la geometría de éste. En el caso del método europeo se calcula como:



- Iluminación directa, semi-directa, directa-indirecta y general difusa:

$$K = \frac{a \times b}{h \times (a + b)}$$

(3.2.7.2.1.1)

➤ Iluminación indirecta y semi-directa:

$$K = \frac{3 \times a \times b}{2 \times (h + 0,85) \times (a + b)}$$

(3.2.7.2.1.2)

Donde K es un número comprendido entre 1 y 10. A pesar de que se pueden obtener valores mayores de 10 con la fórmula, no se consideran, pues la diferencia entre usar 10 o un número mayor en los cálculos es despreciable.

⇒ Determinar el factor de mantenimiento ( $f_m$ ) o conservación de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los siguientes valores:

Ambiente	Factor de mantenimiento ( $f_m$ )
Limpio	0,8
Sucio	0,6

⇒ Rendimiento del local. A partir del índice del local, del grado de reflexión del techo, paredes y plano útil, y según el tipo de iluminación, se halla el rendimiento del local  $\eta_R$  en tablas distintas según la luminaria utilizada. En la siguiente tabla se indica el rendimiento del local para una luminaria con alumbrado directo:

FACTORES DE REFLEXIÓN										
Techo	0,8		0,7				0,5		0,3	
Paredes	0,7		0,7		0,5		0,3	0,3	0,1	0,3
Plano útil	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Índice del local	Rendimiento del local									
0,60	0,72	0,66	0,70	0,65	0,58	0,56	0,50	0,55	0,49	0,49
0,80	0,83	0,76	0,81	0,74	0,70	0,66	0,60	0,64	0,59	0,59
1,00	0,91	0,81	0,88	0,80	0,77	0,72	0,66	0,71	0,66	0,65
1,25	0,98	0,87	0,95	0,85	0,85	0,79	0,73	0,77	0,73	0,72
1,50	1,02	0,90	0,99	0,88	0,90	0,82	0,77	0,81	0,76	0,75
2,00	1,01	0,94	1,05	0,94	0,97	0,88	0,83	0,86	0,82	0,81
2,50	1,12	0,97	1,09	0,95	1,02	0,91	0,87	0,89	0,86	0,85
3,00	1,15	0,99	1,11	0,97	1,05	0,93	0,90	0,91	0,89	0,87
4,00	1,19	1,01	1,14	0,99	1,09	0,96	0,94	0,94	0,92	0,90
5,00	1,21	1,02	1,16	1,01	1,12	0,98	0,961	0,96	0,94	0,92

⇒ Rendimiento de la luminaria  $\eta_L$ :

Es la relación entre el flujo emitido por la luminaria y el total de la lámpara. Lo proporciona el fabricante de la luminaria.

⇒ El rendimiento de la iluminación:

$$\eta = \eta_R \times \eta_L$$

(3.2.7.2.1.3)

❖ Cálculos:

⇒ Cálculo del flujo luminoso total necesario. Para ello aplicaremos la fórmula:

$$\Phi_T = \frac{E \times S}{\eta \times f_m}$$

(3.2.7.2.1.4)

Donde:

- $\Phi_T$  = es el flujo luminoso total.
- $E$  = es la iluminancia media deseada.

- $S$  = es la superficie del plano de trabajo.
- $\eta$  = es el factor de utilización.
- $f_m$  = es el factor de mantenimiento.

⇒ Cálculo del número de luminarias. Para ello aplicaremos la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\Phi_T}{n \times \Phi_{Lum}} \quad (3.2.7.2.1.5)$$

redondeando por exceso, donde:

- $N$  = es el número de luminarias.
- $\Phi_T$  = es el flujo luminoso total.
- $\Phi_{Lum}$  = es el flujo luminoso de una lámpara.
- $n$  = es el número de lámparas por luminaria.

#### ❖ Emplazamiento de las luminarias.

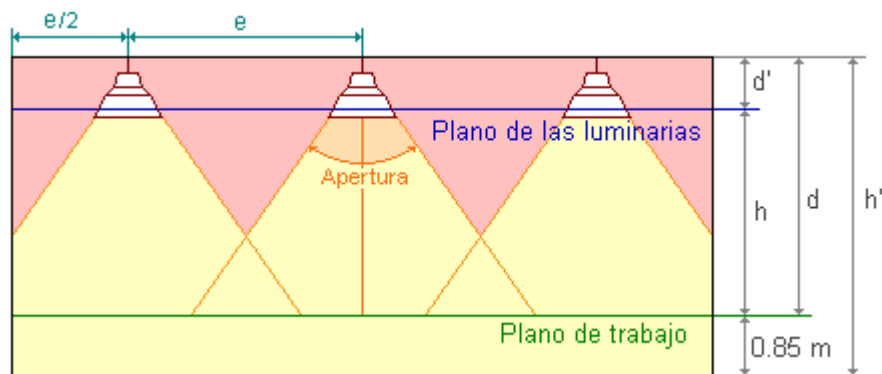
Una vez hemos calculado el número mínimo de lámparas y luminarias procederemos a distribuirlas sobre la planta del local. En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas:

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{total} \times ancho}{largo}} \quad N_{ancho} = \sqrt{N_{ancho} \times \left(\frac{largo}{ancho}\right)} \quad (3.2.7.2.1.6)$$

donde  $N$  es número de luminarias.

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo.

Veámoslo mejor con un dibujo:



Como puede verse fácilmente, mientras más abierto sea el haz y mayor la altura de la luminaria más superficie iluminará aunque será menor el nivel de iluminancia que llegará al plano de trabajo tal y como dice la ley inversa de los cuadrados. De la misma manera, vemos que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla (normalmente la mitad de la distancia).

Las conclusiones sobre la separación entre las luminarias las podemos resumir como sigue:

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
<b>Intensiva</b>	>10 m.	$e \leq 1,2 h$ .
<b>Extensiva</b>	6 – 10 m.	$e \leq 1,5 h$ .
<b>Semiextensiva</b>	4 – 6 m.	
<b>Extensiva</b>	$\leq 4$ m.	$e \leq 1,6 h$ .
Distancia pared-luminaria $e/2$ .		

Si después de calcular la posición de las luminarias nos encontramos con que la distancia de separación es mayor que la distancia máxima admitida quiere decir que la distribución luminosa obtenida no es del todo uniforme.

Esto puede deberse a que la potencia de las lámparas escogida sea excesiva.

En estos casos conviene rehacer los cálculos probando a usar lámparas menos potentes o más luminarias con menos lámparas.

❖ Comprobación de los resultados.

Por último, nos queda comprobar la validez de los resultados mirando si la iluminancia media obtenida en la instalación diseñada es igual o superior a la recomendada en las tablas.

$$E_m = \frac{n \times \phi_{Lum} \times \eta \times f_m}{S} \geq E_{tablas} \quad (3.2.7.2.1.6)$$

### 3.2.7.3 Ejemplo ilustrativo.

Para realizar los cálculos se ha usado el programa de cálculo DIALUX 4.10.

A continuación se hará un ejemplo de cálculo de una de las dependencias de forma manual. La dependencia elegida será la Oficina Administrativa:

Dimensiones de dicha dependencia:

- Largo: 5,50 m.
- Ancho: 5,28 m.
- Altura útil: 2,80 m.

Factores de reflexión:

- suelo: 30%.
- Techo: 70%.
- Paredes: 70%.

Nivel de iluminancia media:  $E_m = 500$  lux.

Tipo de lámpara: TL5 49 W (lámpara fluorescente).



Tipo de luminaria: Philips TCS260 D/I 1xTL5-49W HF M2.

Número de lámparas por luminaria:  $n = 1$ .

Flujo luminoso de una lámpara:  $\Phi_L = 4375 \text{ lm}$ .

Altura del local:  $h' = 2,80 \text{ m}$ .

Altura del plano de trabajo al techo:  $d = 1,95 \text{ m}$ .

Altura entre el plano de las luminarias y el techo:  $d' = 0 \text{ m}$ . (lámparas empotradas)

- Cálculo del índice del local (iluminación directa):

$$K = \frac{a \times b}{h \times (a + b)} = \frac{5,50 \times 5,28}{1,95 \times (5,50 + 5,28)} = 1,38$$

Factor de utilización:  $\eta = 0,97$

Factor de mantenimiento:  $f_m = 0,8$

Cálculo flujo luminoso total:

A partir del índice del local, del grado de reflexión del techo, paredes y plano útil, y según el tipo de iluminación, se halla el rendimiento del local  $\eta_R$  en tablas distintas según la luminaria utilizada. En la siguiente tabla se indica el rendimiento del local para una luminaria con alumbrado directo.

FACTORES DE REFLEXIÓN										
Techo	0,8		0,7					0,5		0,3
Paredes	0,7		0,7		0,5		0,3	0,3	0,1	0,3
Plano útil	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Índice del local	Rendimiento del local									
0,60	0,72	0,66	0,70	0,65	0,58	0,56	0,50	0,55	0,49	0,49
0,80	0,83	0,76	0,81	0,74	0,70	0,66	0,60	0,64	0,59	0,59
1,00	0,91	0,81	0,88	0,80	0,77	0,72	0,66	0,71	0,66	0,65
1,25	0,98	0,87	0,95	0,85	0,85	0,79	0,73	0,77	0,73	0,72
1,50	1,02	0,90	0,99	0,88	0,90	0,82	0,77	0,81	0,76	0,75
2,00	1,01	0,94	1,05	0,94	0,97	0,88	0,83	0,86	0,82	0,81
2,50	1,12	0,97	1,09	0,95	1,02	0,91	0,87	0,89	0,86	0,85
3,00	1,15	0,99	1,11	0,97	1,05	0,93	0,90	0,91	0,89	0,87
4,00	1,19	1,01	1,14	0,99	1,09	0,96	0,94	0,94	0,92	0,90
5,00	1,21	1,02	1,16	1,01	1,12	0,98	0,961	0,96	0,94	0,92

$$\text{Como } K \approx 1.38 \Rightarrow \eta_R = 0,97$$

Rendimiento de la luminaria  $\eta_L$ :

Es la relación entre el flujo emitido por la luminaria y el total de la lámpara.  
Lo proporciona el fabricante de la luminaria, en nuestro caso  $\eta_L = 0,97$

El rendimiento de la iluminación:

$$\eta = \eta_R \times \eta_L$$

$$\phi_T = \frac{E \times S}{\eta \times f_m} = \frac{500 \times 5,50 \times 5,28}{(0,8 \times 0,97) \times 0,88} \approx 16466 \text{ L/m}$$

Cálculo del número de lámparas:

$$N = \frac{\phi_T}{n \times \phi_L} = \frac{16466}{1 \times 3850} \approx 4,28 \rightarrow \text{colocamos 6 lámparas}$$

$$E_m = \frac{N \times \phi_{\text{Lum}} \times \eta \times f_m}{S} = \frac{6 \times 3850 \times 0,97 \times 0,88 \times 0,80}{5,50 \times 5,28} = 543 \geq E_{\text{tablas}}(500)$$

**TÍTULO: PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL  
DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO**

---

## **ANEXO III: SISTEMA CONTRAINCENDIOS**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA  
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N  
15405 – FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2015**

**AUTOR: LUCÍA VIGO PICO**

Fdo.: Lucía Vigo Pico

### **ÍNDICE DEL ANEXO III: SISTEMA CONTRAINCENDIOS**

<b>3.3.1 ZONA INDUSTRIAL.....</b>	<b>6</b>
<b>3.3.1.1 Objeto del anexo.....</b>	<b>6</b>
<b>3.3.1.2 Ámbito de aplicación.....</b>	<b>6</b>
<b>3.3.1.3 Compatibilidad reglamentaria .....</b>	<b>7</b>
<b>3.3.1.4 Configuración y cálculos del nivel de riesgo del complejo industrial .....</b>	<b>8</b>
<b>3.3.1.4.1 Características del Edificio .....</b>	<b>8</b>
<b>3.3.1.5 Evaluación del nivel intrínseco de cada sector o área de incendio .</b>	<b>9</b>
<b>3.3.1.5.1 Evaluación del nivel de riesgo intrínseco del sector de incendio para actividades de reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento .....</b>	<b>13</b>
<b>3.3.1.5.2 Para actividades de almacenamiento .....</b>	<b>18</b>
<b>3.3.1.5.3 Densidad de carga de fuego para dicho edificio industrial</b>	<b>20</b>
<b>3.3.1.6 Requisitos constructivos de establecimientos industriales .....</b>	<b>21</b>
<b>3.3.1.6.1 Fachadas accesibles .....</b>	<b>21</b>
<b>3.3.1.6.2 Condiciones del entorno de los edificios .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.1.6.3 Condiciones de aproximación de edificios .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.1.7 Ubicaciones no permitidas de sectores de incendio con actividad industrial .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.1.8 Máxima superficie construida .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.1.9 Materiales .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.1.9.1 Resistencia al fuego de elementos constructivos de</b>	

<b>cerramiento .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.1.10 Evacuación de los establecimientos industriales .....</b>	<b>24</b>
<b>3.3.1.10.1 Evacuación de los edificios industriales de tipo C .....</b>	<b>25</b>
<b>3.3.1.10.1.1 Elementos de evacuación .....</b>	<b>25</b>
<b>3.3.1.10.1.2 Número y disposición de las salidas .....</b>	<b>25</b>
<b>3.3.1.10.1.3 Disposición de escaleras y aparatos elevadores .....</b>	<b>27</b>
<b>3.3.1.10.1.4 Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras..</b>	<b>27</b>
<b>3.3.1.10.1.4.1 Criterios para la asignación de los ocupantes</b>	<b>27</b>
<b>3.3.1.10.1.5 Características de las puertas .....</b>	<b>29</b>
<b>3.3.1.10.1.6 Características de los pasillos .....</b>	<b>30</b>
<b>3.3.1.10.1.7 Características de las escaleras .....</b>	<b>31</b>
<b>3.3.1.10.1.8 Características de los pasillos y de las escaleras             protegidos y de los vestíbulos previos: de acuerdo con el             Código Técnico de la Edificación .....</b>	<b>31</b>
<b>3.3.1.10.2 Señalización e iluminación .....</b>	<b>31</b>
<b>3.3.1.11 Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión ..</b>	<b>33</b>
<b>3.3.1.11.1 Sector zona de taller .....</b>	<b>33</b>
<b>3.3.1.12 Instalaciones técnicas de servicio .....</b>	<b>34</b>
<b>3.3.1.13 Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios</b>	<b>34</b>
<b>3.3.1.13.1 Sistemas automáticos de detección de incendio .....</b>	<b>34</b>
<b>3.3.1.13.2 Sistemas manuales de alarma de incendios .....</b>	<b>35</b>
<b>3.3.1.13.3 Sistemas de Comunicación de Alarma .....</b>	<b>36</b>

3.3.1.13.4 Sistemas de hidratantes exteriores .....	36
3.3.1.13.5 Extintores de incendio .....	36
3.3.1.13.6 Sistemas de bocas de incendio equipadas.....	39
3.3.1.13.7 Sistemas de rociadores automáticos de agua.....	39
3.3.1.13.9 Señalización .....	39
3.3.2 ZONA ADMINISTRATIVA .....	40
3.3.2.1 Objeto del anexo .....	40
3.3.2.2 Ámbito de aplicación .....	41
3.3.2.3 Propagación interior .....	41
3.3.2.3.1 Compartimentación en sectores de incendio .....	42
3.3.2.3.2 Locales y zonas de riesgo especial .....	43
3.3.2.3.3 Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario. ....	44
3.3.2.4 Propagación exterior .....	44
3.3.2.4.1 Medianerías y fachadas .....	44
3.3.2.4.2 Cubiertas .....	44
3.3.2.5 Evacuación de ocupantes .....	45
3.3.2.5.1 Cálculo de ocupación .....	45
3.3.2.5.2 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación .....	45
3.3.2.5.3 Dimensionado de los medios de evacuación .....	46
3.3.2.5.4 Cálculo .....	46

3.3.2.5.5 Protección de escaleras.....	48
3.3.2.5.6 Puertas situadas en los recorridos de evacuación .....	49
3.3.2.5.7 Señalización de los medios de evacuación .....	49
3.3.2.5.8 Control del humo de incendio .....	51
3.3.2.6 Detección, control y extinción de incendio .....	52
3.3.2.6.1 Dotación de instalaciones de protección contra incendios	52
3.3.2.7 Intervención de bomberos .....	54
3.3.2.7.1 Condiciones de aproximación y entorno .....	54
3.3.2.7.1.1 Aproximación a los edificios .....	54
3.3.2.7.1.2 Entorno de los edificios .....	55
3.3.2.7.2 Accesibilidad por fachada .....	55
3.3.3 REGLAMENTO DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	
.....	56

### **3.3.1 ZONA INDUSTRIAL**

#### **3.3.1.1 OBJETO DEL ANEXO.**

Este reglamento tiene por objeto establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que deben cumplir los establecimientos e instalaciones de uso industrial para su seguridad en caso de incendio; para prevenir su aparición y para dar la respuesta adecuada, en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

Según el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre), artículo 4, se establece:

“Los establecimientos industriales de nueva construcción y los que cambien o modifiquen su actividad, se trasladen, se amplíen o se reformen, en la parte afectada por la ampliación o reforma, según lo recogido en la disposición transitoria única, requerirán la presentación de un trabajo, que podrá estar integrado en el trabajo general exigido por la legislación vigente para la obtención de los permisos y licencias preceptivas, o ser específico; en todo caso, deberá contener la documentación necesaria que justifique el cumplimiento de este reglamento.”

#### **3.3.1.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN.**

Es de aplicación el articulado de la norma en su totalidad, tanto sus prescripciones generales, como las particulares correspondientes a los usos del edificio o del establecimiento industrial.

#### **3.3.1.3 COMPATIBILIDAD REGLAMENTARIA.**

Según el artículo 3 del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre), se establece:

“Cuando en un establecimiento industrial coexistan con la actividad industrial otros usos con la misma titularidad, para los que sea de aplicación el



Código Técnico de la Edificación: condiciones de protección contra incendios, o una normativa equivalente, los requisitos que deben satisfacer los espacios de uso no industrial serán los exigidos por dicha normativa cuando superen los límites indicados a continuación:

- a) Zona comercial: superficie construida superior a 250 m<sup>2</sup>.
- b) Zona administrativa: superficie construida superior a 250 m<sup>2</sup>.
- c) Salas de reuniones, conferencias, proyecciones: capacidad superior a 100 personas sentadas.
- d) Archivos: superficie construida superior a 250 m<sup>2</sup> o volumen superior a 750 m<sup>3</sup>.
- e) Bar, cafetería, comedor de personal y cocina: superficie construida superior a 150 m<sup>2</sup> o capacidad para servir a más de 100 comensales simultáneamente.
- f) Biblioteca: superficie construida superior a 250 m<sup>2</sup>.
- g) Zonas de alojamiento de personal: capacidad superior a 15 camas.”

En este caso las dimensiones de todas las zonas son inferiores a los valores establecidos, de modo que será de aplicación el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre). Será necesario aplicar también el Documento Básico (DB) de Seguridad en caso de Incendio (SI) (anexo contraincendios de zona administrativa) en los casos a los cuales el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre) haga referencia a la Norma Básica de Edificación (NBE), la cual actualmente se encuentra substituida por el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Los establecimientos industriales se caracterizarán por:

- a) Su configuración y ubicación con relación a su entorno.
- b) Su nivel de riesgo intrínseco.

### 3.3.1.4 CONFIGURACIÓN Y CÁLCULOS DEL NIVEL DE RIESGO DEL COMPLEJO INDUSTRIAL.

#### 3.3.1.4.1 Características del Edificio.

Según el Anexo I (Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios), apartado 2 (Características de los establecimientos industriales por su configuración y ubicación con relación a su entorno) del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales, obtenemos que el edificio objeto es de Tipo C. Ya que se integra en las condiciones que exige:

“TIPO C: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros, del edificio más próximo, de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.”

El edificio industrial está ubicado en un edificio de las siguientes características:

Tipo de edificio: Tipo C

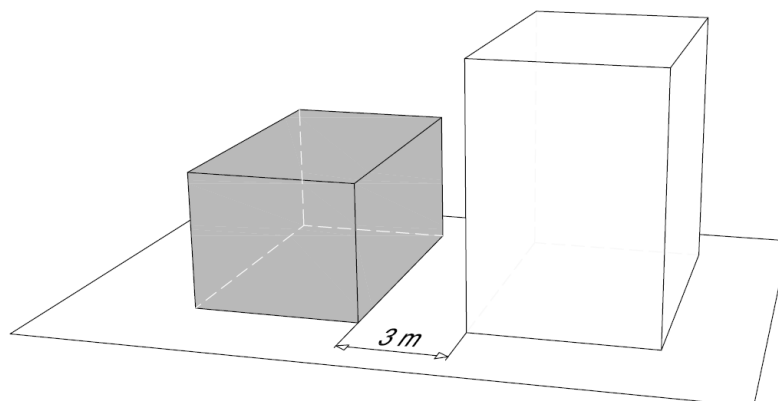


Imagen 3.3.1.4.1.1

- Superficie total construida ( $m^2$ ):

- Planta baja: 1601,22 m<sup>2</sup>
- Entreplanta: 172,60 m<sup>2</sup>
- TOTAL: 1773,82 m<sup>2</sup>
  
- Número total de plantas: 2
  
- Altura máxima de evacuación ascendente: 0 m
  
- Altura máxima de evacuación descendente: 3,20 m
  
- Ocupación total del edificio: 16 personas
  
- Densidad de carga de fuego : 99,34 MJ/m<sup>2</sup>
  
- Nivel de riesgo intrínseco: Riesgo bajo (1)

### 3.3.1.5 EVALUACIÓN DEL NIVEL INTRÍNSECO DE CADA SECTOR O ÁREA DE INCENDIO.

Conforme al apartado 3 (Caracterización de los establecimientos industriales por su nivel de riesgo intrínseco) del Anexo I, del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre), se ha aplicado la siguiente fórmula para el cálculo del Nivel de Riesgo Intrínseco de cada sector o área de incendio.

Calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de dicho sector o área de incendio:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i G_i q_i C_i}{A} R_a \left( \frac{MJ}{m^2} \right)$$

$$(1 \text{ julio} = 0.24 \text{ cal.})$$

Donde:

- **Qs** = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- **Gi** = masa, en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).
- **qi** = poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio. Tabla 1.4 del Reglamento.
- **Ci** = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio. (Tabla 1.1 del Reglamento 2264/2004).
- **Ra** = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc. Tabla 1.2 del Reglamento.

Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 % de la superficie del sector o área de incendio (esto no sucede en nuestro caso).

- **A** = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m<sup>2</sup>.

Evaluada la densidad de fuego, ponderada y corregida, de un sector de incendio (Qs), de un edificio industrial (Qe), o de un establecimiento industrial (QE), se aplica la siguiente tabla, para determinar el Nivel de Riesgo Intrínseco.

VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD POR COMBUSTIBILIDAD		
ALTA	MEDIA	BAJA
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1</li> <li>- Líquidos clasificados como subclase B1, en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C.</li> <li>- Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como subclase B2 en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.</li> </ul>

temperatura ambiente. - Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente.	- Sólidos que emiten gases inflamables.	
C = 1,60	C = 1,30	C = 1,00

Tabla 3.3.1.5.1 – Tabla1.1 del Reglamento Contra Incendios

Evaluada la densidad de fuego, ponderada y corregida, de un sector de incendio (Qs), de un edificio industrial (Qe), o de un establecimiento industrial (QE), se aplica la siguiente tabla, para determinar el Nivel de Riesgo Intrínseco.

Nivel de riesgo intrínseco	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida intrínseco		
		Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>
BAJO	1	QS ≤100	QS ≤425
	2	100 < QS ≤200	425 < QS ≤850
MEDIO	3	200 < QS ≤300	850 < QS ≤1275
	4	300 < QS ≤400	1275 < QS ≤1700
	5	400 < QS ≤800	1700 < QS ≤3400
ALTO	6	800 < QS ≤1600	3400 < QS ≤6800
	7	1600 < QS ≤3200	6800 < QS ≤13600
	8	3200 < QS	13600 < QS

Tabla 3.3.1.5.2 – Tabla1.3 del Reglamento Contra Incendios

Además tendremos que comprobar, que cumplimos el apartado 2 del Anexo II del Reglamento, el cual nos dice la máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio. Para ello debemos comprobar en la tabla 2.1 de dicho anexo, que con los datos de Riesgo Intrínseco del sector de incendio y la configuración del establecimiento (en nuestro caso tipo C), obtendremos el límite de metros que pueden tener estas áreas.

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento
	TIPO C (m2)
<b>BAJO</b>	(3) (4)
1	SIN LÍMITE
2	6000
<b>MEDIO</b>	(3) (4)
3	5000
4	4000
5	3500
<b>ALTO</b>	(3) (4)
6	3000
7	2500
8	2000

Tabla 3.3.1.5.3 – Tabla2.1 del Reglamento Contra Incendios  
Definición de los epígrafes (3) (4):

El epígrafe (3) nos dice que cuando se instalen sistemas rociadores automáticos de agua que no sean exigidos preceptivamente por el reglamento contra incendios (anexo III de ese reglamento) las máximas superficies construidas admisibles, indicadas en la tabla 2.1 del reglamento citado, pueden multiplicarse por 2.

El epígrafe (4) nos dice que en configuraciones de tipo C, si la actividad lo requiere, el sector de incendios puede tener cualquier superficie, siempre que todo el sector cuente con una instalación fija automática de extinción y la distancia a límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas sea superior a 10 m.

### 3.3.1.5.1 Evaluación del nivel de riesgo intrínseco del sector de incendio para actividades de reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento.

Densidad de carga de fuego:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} \times S_i \times C_i}{A} \times R_a$$

(3.3.1.5.1.1)

(1 julio= 0.24 cal.)

Donde:

- **Q<sub>s</sub>**: Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector de incendio, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- **C<sub>i</sub>**: coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio. Tabla 1.1 del Reglamento.
- **R<sub>a</sub>**: coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc. Tabla 1.2 del Reglamento.
- **A**: Superficie construida del sector de incendio.
- **q<sub>si</sub>**: Poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio. Tabla 1.4 del Reglamento.
- **S<sub>i</sub>**: Superficie de cada zona con proceso y densidad de carga de fuego diferente.

Características del sector de incendio para actividades distintas al almacenamiento:

**Recepción**

Tipo de actividad: Pasillos (yeso)

Riesgo de activación: 1,0

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1,0

Densidad de carga de fuego media (MJ/m<sup>2</sup>): 80

Superficie (m<sup>2</sup>): 64,39

**Aseo Masculino Planta Baja**

Tipo de actividad: Aseos (yeso).

Riesgo de activación: 1,0

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1,0

Densidad de carga de fuego media (MJ/m<sup>2</sup>): 80

Superficie (m<sup>2</sup>): 5,08

**Aseo Femenino Planta Baja**

Tipo de actividad: Aseos (yeso).

Riesgo de activación: 1,0

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1,0

Densidad de carga de fuego media (MJ/m<sup>2</sup>): 80

Superficie (m<sup>2</sup>): 5,08

**Pasillo Vestuarios**

Tipo de actividad: Pasillos (yeso)

Riesgo de activación: 1,0

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1,0

Densidad de carga de fuego media (MJ/m<sup>2</sup>): 80

Superficie (m<sup>2</sup>): 7,92

**Vestuario Femenino**

Tipo de actividad: Guardarropa, armarios metálicos.

Riesgo de activación: 1,0

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1,0



Densidad de carga de fuego media (MJ/m<sup>2</sup>): 80

Superficie (m<sup>2</sup>): 32,42

### **Vestuario Masculino**

Tipo de actividad: Guardarropa, armarios metálicos.

Riesgo de activación: 1,0

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1,0

Densidad de carga de fuego media (MJ/m<sup>2</sup>): 80

Superficie (m<sup>2</sup>): 35,60

### **Taller**

Tipo de actividad: Metálicas, grandes construcciones.

Riesgo de activación: 1,0

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1,0

Densidad de carga de fuego media (MJ/m<sup>2</sup>): 80

Superficie (m<sup>2</sup>): 1424,16

### **Ascensor**

Tipo de actividad: Guardarropa, armarios metálicos.

Riesgo de activación: 1,0

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1,0

Densidad de carga de fuego media (MJ/m<sup>2</sup>): 80

Superficie (m<sup>2</sup>): 3,35

### **Escaleras**

Tipo de actividad: Pasillos (yeso).

Riesgo de activación: 1,0

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1,0

Densidad de carga de fuego media (MJ/m<sup>2</sup>): 80

Superficie (m<sup>2</sup>): 10,92

### **Pasillo Entreplanta**

Tipo de actividad: Pasillos (yeso)

Riesgo de activación: 1.0

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1.0

Densidad de carga de fuego media (MJ/m<sup>2</sup>): 80

Superficie (m<sup>2</sup>): 58,64

### **Sala de Limpieza**

Tipo de actividad: Yeso

Riesgo de activación: 1,0

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1,0

Densidad de carga de fuego media (MJ/m<sup>2</sup>): 80

Superficie (m<sup>2</sup>): 9,87

### **Aseo Masculino Entreplanta**

Tipo de actividad: Aseos (yeso).

Riesgo de activación: 1,0

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1,0

Densidad de carga de fuego media (MJ/m<sup>2</sup>): 80

Superficie (m<sup>2</sup>): 5,13

### **Aseo Femenino Entreplanta**

Tipo de actividad: Aseos (yeso).

Riesgo de activación: 1,0

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1,0

Densidad de carga de fuego media (MJ/m<sup>2</sup>): 80

Superficie (m<sup>2</sup>): 5,13

### **Oficina Administrativa**

Tipo de actividad: Oficinas técnicas.

Riesgo de activación: 1,0

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1,3

Densidad de carga de fuego media (MJ/m<sup>2</sup>): 600

Superficie (m<sup>2</sup>): 29,04

### **Sala de Juntas**

Tipo de actividad: Oficina Técnica.

Riesgo de activación: 1,0

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1,0

Densidad de carga de fuego media (MJ/m²): 600

Superficie (m²): 44,12

Con los datos anteriores, calculamos la siguiente tabla:

Zona Producción					
Local	Si	Ci	Qsi	Ra	Si x Ci x Qsi x Ra
Recepción	64,39	1,0	80	1,0	5151,2
Aseo Masculino Planta Baja	5,08	1,0	80	1,0	406,4
Aseo Femenino Planta Baja	5,08	1,0	80	1,0	406,4
Pasillo Vestuarios	7,92	1,0	80	1,0	633,6
Vestuario Femenino	32,42	1,0	80	1,0	2593,6
Vestuario Masculino	35,60	1,0	80	1,0	2848
Taller	1424,16	1,0	80	1,0	113932,8
Ascensor	3,35	1,0	80	1,0	268
Escaleras	10,92	1,0	80	1,0	873,6
Pasillo Entreplanta	58,64	1,0	80	1,0	4691,2
Sala de Limpieza	9,87	1,0	80	1,0	789,6
Aseo Masculino Planta Baja	5,13	1,0	80	1,0	410,4
Aseo Femenino Planta Baja	5,13	1,0	80	1,0	410,4
Oficina Administrativa	29,04	1,3	600	1,0	22651,2
Sala de Juntas	44,12	1,0	600	1,0	26472
<b>Total</b>	<b>1740,85</b>	<b>15,3</b>	<b>2240</b>	<b>15</b>	<b>182538,4</b>
					<b>MJ</b>

Tabla 3.3.1.5.1.1 - Densidades de carga de fuego en actividades de producción

A partir de esta tabla calcularemos la carga de fuego del sector que no pertenece a los almacenes:

$$s = \frac{\sum_1^i q_{si} \times S_i \times C_i \times R_a}{A} \quad (3.2.1.5.1.2)$$

$$s = \frac{182538,4}{A}$$

$$s = \frac{182538,4}{1740,85}$$

$$s = 104,86 \frac{MJ}{m^2}$$

<b>Carga de Fuego Total</b>	<b>104,86</b>	<b>MJ/m<sup>2</sup></b>
-----------------------------	---------------	-------------------------

### 3.3.1.5.2 Para actividades de almacenamiento.

Densidad de carga de fuego:

$$s = \frac{\sum_1^i q_{vi} \times h_i \times S_i \times C_i}{A} \times R_a \quad (3.3.1.5.2.1)$$

Donde:

- **Q<sub>s</sub>; C<sub>i</sub>; R<sub>a</sub>; A** tienen la misma significación que en el apartado anterior.
- **q<sub>vi</sub>:** Carga de fuego, aportada por cada m<sup>3</sup> de cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio.

- **s<sub>i</sub>**: Superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento.
- **h<sub>i</sub>**: Altura de almacenamiento de cada uno de los combustibles.
  - Alm. de materias primas y productos terminados: Altura normal de una estantería.

Características del sector de incendio para actividades de almacenamiento:

### Almacén Taller

Tipo de actividad: almacén de acero.

Riesgo de activación: 1,0

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1,0

Densidad de carga de fuego media (MJ/m<sup>2</sup>): 40

Altura de almacenamiento (m): 2

Superficie (m<sup>2</sup>): 162,63

Volumen almacenado (m<sup>3</sup>): 325,26

Con los datos anteriores, calculamos la siguiente tabla:

Zona Almacén								
Local	Superficie Total	S <sub>i</sub>	H <sub>i</sub>	V <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	Q <sub>si</sub>	R <sub>a</sub>	V <sub>i</sub> x C <sub>i</sub> x Q <sub>si</sub> x R <sub>a</sub>
Almacén Taller	162,63	162,63	2	325,26	1,0	40	1,0	13010,4
<b>Total</b>	<b>162,63</b>	<b>162,63</b>	<b>2</b>	<b>325,26</b>	<b>1,0</b>	<b>40</b>	<b>1,0</b>	<b>13010,4 MJ</b>

Tabla 3.3.1.5.2.1 - Densidades de carga de fuego en almacenes

A partir de esta tabla calcularemos la carga de fuego del sector de almacenes:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} \times h_i \times S_i \times C_i \times R_a}{A}$$

(3.3.1.5.2.2)

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} \times V_i \times C_i \times R_a}{A}$$

(3.3.1.5.2.3)

$$Q_s = \frac{13010,4}{A}$$

$$Q_s = \frac{13010,4}{162,63}$$

$$Q_s = 80,16 \frac{MJ}{m^2}$$

<b>Carga de Fuego Total</b>	<b>80,16</b>	<b>MJ/m<sup>2</sup></b>
-----------------------------	--------------	-------------------------

### 3.3.1.5.3 Densidad de carga de fuego para dicho edificio industrial.

Es la suma de las  $Q_s$  anteriores:

$$Q_s = \frac{104,86 \times 1740,85 + 80,16 \times 487,89}{2228,74} = 99,35 \frac{MJ}{m^2}$$

(3.3.1.5.3.1)

Con este valor y junto con la Tabla 1.3 obtenemos lo siguiente:

$$Q_s = 99,35 \frac{MJ}{m^2} \rightarrow \text{Tabla 1.3} \rightarrow \text{nivel de riesgo intrínseco BAJO (1)}$$

Ahora con la tabla 2.1 comprobamos cuantos sectores necesitamos:

Nivel intrínseco BAJO  $\rightarrow$  Tabla 2.1  $\rightarrow$  la máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio será ilimitada.

$$(\text{Planta baja}) 1601,22 \text{ m}^2 + (\text{Entreplanta}) 172,60 \text{ m}^2 = 1773,82 \text{ m}^2$$

### **3.3.1.6 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES.**

#### **3.3.1.6.1 Fachadas accesibles.**

Tanto el planeamiento urbanístico como las condiciones de diseño y construcción de los edificios, en particular el entorno inmediato, sus accesos, sus huecos en fachada, etc., deben posibilitar y facilitar la intervención de los servicios de extinción de incendios.

Se disponen de fachadas accesibles, las cuales por definición son las que en caso de incendio, el personal servicio de extinción de incendios, tiene acceso al interior del edificio.

Los huecos de la fachada deberán cumplir las condiciones siguientes:

- Altura de alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que: 1.2 m
- Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser al menos 0,80 m y 1.2 m respectivamente.
- Su distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no exceden los 25 m (medida sobre la fachada).
- No se deben instalar en la fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos (a excepción de elementos de seguridad).

Además, para considerar como fachada accesible la así definida, deberán cumplirse las condiciones del entorno del edificio y las de aproximación a este que a continuación se recogen:

### **3.3.1.6.2 Condiciones del entorno de los edificios.**

- El espacio de maniobra se debe mantener libre de mobiliario urbano, arbolado, jardines u otros obstáculos.
- En edificios en manzana cerrada, cuyos únicos accesos y huecos estén abiertos exclusivamente hacia patios o plazas interiores, deberá existir un acceso a estos para los vehículos del servicio de extinción de incendios.

### **3.3.1.6.3 Condiciones de aproximación de edificios.**

Los viales de aproximación hasta las fachadas accesibles de los establecimientos industriales, así como los espacios de maniobra a los que se refieren el apartado anterior, deben cumplir las condiciones siguientes:

- Anchura mínima libre: 5 m.
- Altura mínima libre o gálibo: 4.5 m.
- Capacidad portante del vial: 2000 kp/m<sup>2</sup>.

En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12, 50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m.

### **3.3.1.7 UBICACIONES NO PERMITIDAS DE SECTORES DE INCENDIO CON ACTIVIDAD INDUSTRIAL.**

De riesgo intrínseco bajo en configuración de tipo C:

- En segunda planta bajo rasante.
- A menos de 25 m de masa forestal, con franja perimetral permanentemente libre de vegetación baja arbustiva.
- Si el perímetro accesible del edificio es inferior al 25% del mismo.  
(en nuestro caso consideramos que todo el perímetro es accesible.)

Como no nos encontramos dentro de estas restricciones nuestra configuración estará permitida.



### 3.3.1.8 MÁXIMA SUPERFICIE CONSTRUIDA.

**Este establecimiento industrial es un único sector de incendio y cumple los siguientes requisitos:**

Sector de incendio	Riesgo intrínseco	Configuración del establecimiento	Superficie construida	Max. Superficie construida (la parcela)
Nave Industrial	BAJO 1	TIPO C	1773,82 m <sup>2</sup>	SIN LÍMITE

Tabla 3.3.1.8.1

### 3.3.1.9 MATERIALES.

Para productos de revestimiento en suelos, paredes y techos = M2 o más favorable. Para productos situados en el interior de falsos techos y los que constituyan o revistan claves eléctricos = M1 o más favorable.

#### 3.3.1.9.1 Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento.

La resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio no será inferior a la estabilidad al fuego para los elementos constructivos con función portante, es decir, de RF – 90. Solución adoptada fábrica de bloque simple de hormigón sin revestir de 20 cm de espesor que posee una RF – 90 y los pilares de la nave Taller irán recubiertos por panel ignífugo compuesto por vermiculita y silicato de calcio, que nos proporciona una RF – 120.

La resistencia al fuego del muro colindante con el otro establecimiento será, como mínimo, para un riesgo medio de RF – 180. Solución adoptada para el muro colindante de la nave Taller con la nave colindante, fábrica de bloques simples de hormigón sin revestir de 20 cm de espesor que posee una RF – 180.

Los elementos de partición interior serán como mínimo RF – 60. Solución adoptada fábrica de ladrillo hueco de 10 cm enfoscado por las dos caras que posee una RF-90.

El forjado tendrá una resistencia al fuego igual a la estabilidad al fuego, es decir, RF – 90. Solución adoptada forjado con jácenas IPE 270 y vigas IPE 200 con tratamiento de pintura ignífuga 1200 micras, que posee una RF-90.

Las puertas de paso entre dos sectores de incendio tendrán una resistencia al fuego, al menos, igual a la mitad de la exigida al elemento que separe ambos sectores de incendio, es decir, la puerta que separa una nave con la otra tendrá una RF – 90.

### 3.3.1.10 EVACUACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES.

Primero calculamos la ocupación de nuestra nave industrial, aplicando el Documento Básico SI del CTE.

Con la tabla 2.1 de densidades de ocupación, obtenemos:

NOTA: Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 en función de la superficie útil de cada zona, salvo cuando sea previsible una ocupación mayor o bien cuando sea exigible una ocupación menor en aplicación de alguna disposición legal de obligado cumplimiento.

Local	Área (m <sup>2</sup> )	Ratio ocupantes (m <sup>2</sup> /persona)	Ocupantes
Recepción	64,39	10	7
Aseo Masculino Planta Baja	5,08	3	2
Aseo Femenino Planta Baja	5,08	3	2
Pasillo Vestuarios	7,92	2	4
Vestuario Femenino	32,42	3	11
Vestuario Masculino	35,60	3	12
Taller	1424,16	40	36
Ascensor	3,35	NULA	0
Escaleras	10,92	2	6
Pasillo Entreplanta	58,64	2	30
Sala de Limpieza	9,87	NULA	0
Aseo Masculino Planta Baja	5,13	3	2
Aseo Femenino Planta Baja	5,13	3	2
Oficina Administrativa	29,04	10	3
Sala de Juntas	44,12	10	5
Ocupación Total			122

Tabla 3.3.1.10.1

Por lo tanto, tenemos una ocupación total de: 122 personas

La evacuación de los establecimientos industriales se basa en las formulas del apartado 6 del Anexo II del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre).

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación, P, deducida de las siguientes expresiones:

$$P = 1,10 p, \text{ cuando } p < 100.$$

$$P = 110 + 1,05 (p - 100), \text{ cuando } 100 < p < 200.$$

$$P = 215 + 1,03 (p - 200), \text{ cuando } 200 < p < 500.$$

$$P = 524 + 1,01 (p - 500), \text{ cuando } 500 < p.$$

Donde p representa el número de personas que ocupa el sector de incendio, de acuerdo con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad.

Los valores obtenidos para P, según las anteriores expresiones, se redondearán al entero inmediatamente superior.

En nuestro caso la fórmula es la de  $P = 110 + 1,05 (p - 100)$ , dado que nuestra ocupación según CTE es de 122 personas.

$$P = 110 + 1,05 (122 - 100) = 133,1 \rightarrow \text{redondeando} \rightarrow 133$$

### **3.3.1.10.1 Evacuación de los edificios industriales de tipo C.**

#### **3.3.1.10.1.1 Elementos de evacuación.**

Elementos de la evacuación: origen de evacuación, recorridos de evacuación, altura de evacuación, rampas, ascensores, escaleras mecánicas, rampas y pasillos móviles y salidas se definen de acuerdo “Documento Básico DB SI Seguridad en caso de incendio” del CTE.

#### **3.3.1.10.1.2 Número y disposición de las salidas.**

Número y disposición de las salidas: cumplirá lo dispuesto en el apartado 3 del “Documento Básico DB SI Seguridad en caso de incendio” y se ampliará en lo siguiente:

Las distancias máximas de los recorridos de evacuación de los sectores de incendio de los establecimientos industriales no superarán los valores indicados en el siguiente cuadro y prevalecerán sobre las establecidas en “Documento Básico DB SI Seguridad en caso de incendio” del CTE, apartado 3:

<b>Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas</b>		
Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo(*)	<b>35 m(**)</b>	<b>50 m</b>
Medio	25 m (***)	50 m
Alto	-	25 m

Tabla 3.3.1.10.1.2.1 - Apartado 2, Anexo II, R.C. Incendios

(\*) Para actividades de producción o almacenamiento clasificadas como riesgo bajo nivel 1, en las que se justifique que los materiales implicados sean exclusivamente de clase A y los productos de construcción, incluidos los revestimientos, sean igualmente de clase A, podrá aumentarse la distancia máxima de recorridos de evacuación hasta 100 m.

(\*\*) La distancia se podrá aumentar a 50 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

(\*\*\*) La distancia se podrá aumentar a 35 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

En las zonas de los sectores cuya actividad impide la presencia de personal (por ejemplo, almacenes de operativa automática), los requisitos de evacuación serán de aplicación a las zonas de mantenimiento. Esta particularidad deberá ser justificada.

En nuestro caso según la aplicación de la norma tendremos que tener el número de salidas que se indican en la tabla según las siguientes zonas:

ZONA	NIVEL DE RIESGO	OCUPACION	NUMERO DE SALIDAS
Nave Industrial	Bajo	Mayor de 50	3

Tabla 3.3.1.10.1.2.2

### 3.3.1.10.1.3 Disposición de escaleras y aparatos elevadores.

A las escaleras dispuestas en la zona administrativa se le aplicará la normativa perteneciente al “Código Técnico de la Edificación”.

### 3.3.1.10.1.4 Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras.

Seguiremos el Documento Básico SI en caso de Incendio a la hora de dimensionar todos estos elementos.

#### 3.3.1.10.1.4.1 Criterios para la asignación de los ocupantes.

1. Cuando en un recinto, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.
2. A efectos del cálculo de la capacidad de evacuación de las escaleras y de la distribución de los ocupantes entre ellas, cuando existan varias, no es preciso suponer inutilizada en su totalidad alguna de las *escaleras protegidas* existentes. En cambio, cuando existan varias escaleras no protegidas, debe considerarse inutilizada en su totalidad alguna de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.
3. En la planta de desembarco de una escalera, el flujo de personas que la utiliza deberá añadirse a la *salida de planta* que les corresponda, a efectos de determinar la anchura de esta. Dicho flujo deberá estimarse, o bien en 160 A personas, siendo A la anchura,

en metros, del desembarco de la escalera, o bien en el número de personas que utiliza la escalera en el conjunto de las plantas, cuando este número de personas sea menor que 160A.

Por lo tanto, en el CTE se establecen los siguientes criterios para calcular el dimensionado:

Puertas y pasos:

$$A \geq \frac{P}{200} \text{ con un mínimo de 0.80m}$$

La anchura de toda hoja de puerta no debe de ser menor que 0,60 m ni exceder de 1,20 m.

Siendo:

A = Anchura del elemento, [m]

P = Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.

Pasillos y rampas

$$A \geq \frac{P}{200} \geq 1,00 \text{ m}$$

Siendo:

A = Anchura del elemento, [m]

P = Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.

Escaleras no protegidas:

$$\text{Para evacuación descendente } A \geq P / 160$$

La anchura mínima es:

- 0,80 m en escaleras previstas para 10 personas, como máximo, y estas sean usuarios habituales de la misma.
- 1,20 m en *uso Docente*, en zonas de escolarización infantil y en centros de enseñanza primaria, así como en zonas de público de *uso Pública Concurrencia y Comercial*.
- en *uso Hospitalario*, 1,40 m en zonas destinadas a pacientes internos o externos con recorridos que obligan a giros iguales o mayores que 90º y 1,20 m en otras zonas.
- 1,00 en el resto de los casos

#### **3.3.1.10.1.5 Características de las puertas.**

1. Las puertas previstas como *salida de planta o de edificio* y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuar mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

2. Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE-EN 179:2003 VC1, cuando se trate de la evacuación de zonas ocupadas por personas que en su mayoría estén familiarizados con la puerta considerada, así como los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:2003 VC1, en caso contrario.

3. Abrirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida:

a) prevista para el paso de más de 200 personas en edificios de *uso Residencial Vivienda* o de 100 personas en los demás casos, o bien.

b) prevista para más de 50 ocupantes del *recinto* o espacio en el que esté situada.

Para la determinación del número de personas que se indica en a) y b) se deberán tener en cuenta los criterios de asignación de los ocupantes establecidos en el apartado 4.1 de esta Sección.

4. Cuando existan puertas giratorias, deben disponerse puertas abatibles de apertura manual contiguas a ellas, excepto en el caso de que las giratorias sean automáticas y dispongan de un sistema que permita el abatimiento de sus hojas en el sentido de la evacuación, incluso en el caso de fallo de suministro eléctrico, mediante la aplicación manual de una fuerza no superior a 14 kg. La anchura útil de este tipo de puertas y de las de giro automático después de su abatimiento, debe estar dimensionada para la evacuación total prevista.

5. Las puertas de apertura automática dispondrán de un sistema tal que, en caso de fallo del mecanismo de apertura o del suministro de energía, abra la puerta e impida que ésta se cierre, o bien que, cuando sean abatibles, permita su apertura manual. En ausencia de dicho sistema, deben disponerse puertas abatibles de apertura manual que cumplan las condiciones indicadas en el párrafo anterior.

#### **3.3.1.10.1.6 Características de los pasillos.**

Además de cumplir los requisitos exigidos por el Documento Básico de Seguridad en caso de incendio del CTE deberán cumplir el “Documento de seguridad frente a riesgo de impacto o atropellamiento” del CTE, que establece:

La altura libre de paso en zonas de circulación será, como mínimo, 2100 mm en zonas de uso restringido y 2200 mm en el resto de las zonas. En los umbrales de las puertas la altura libre será 2000 mm, como mínimo.

En zonas de circulación, las paredes carecerán de elementos salientes que vuelen más de 150 mm en la zona de altura comprendida entre 1000 mm y 2200 mm medida a partir del suelo.



#### **3.3.1.10.1.7 Características de las escaleras.**

En nuestro caso no se dispone de escaleras de evacuación en la planta baja.

#### **3.3.1.10.1.8 Características de los pasillos y de las escaleras protegidos y de los vestíbulos previos: de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación.**

En la tabla 1.2 de la sección 1 del Documento Básico DB SI Seguridad en caso de Incendio se establecen las exigencias de comportamiento ante fuego de los elementos delimitadores de los vestíbulos previos.

Los vestíbulos previos serán de uso exclusivo para circulación y sólo tendrán comunicación directa con espacios generales de circulación, aparatos elevadores, aseos y con los locales que deban disponer de dicho vestíbulo. La distancia mínima entre los contornos de las superficies barridas por las puertas del vestíbulo será al menos igual a 0,50 m.

En esta nave los vestíbulos previos son de uso exclusivo para la circulación, están comunicados solo con espacios generales como son la zona de taller o los vestuarios.

#### **3.3.1.10.2 Señalización e iluminación.**

Señalización e iluminación: de acuerdo con lo expuesto en el “Documento Básico de Seguridad en caso de incendio” del CTE se tiene:

- Señalización de los medios de evacuación

1 Se utilizarán las señales de salida, de uso habitual o de emergencia, definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

a) Las salidas de *recinto*, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “**SALIDA**”, excepto en edificios de *uso Residencial Vivienda* y, en otros usos, cuando se trate de salidas de *recintos* cuya superficie no exceda de 50 m<sup>2</sup>, sean

fácilmente visibles desde todo punto de dichos *recintos* y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.

b) La señal con el rótulo “**Salida de emergencia**” debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.

c) Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo *origen de evacuación* desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un *recinto* con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.

d) En los puntos de los *recorridos de evacuación* en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.

e) En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo “Sin salida” en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.

f) Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida, conforme a lo establecido en el capítulo 4 de esta Sección.

g) El tamaño de las señales será:

- i) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;
- ii) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
- iii) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

- Señalización de los medios de protección

1 Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

- a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;
- b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
- c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

2 Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean foto luminiscentes, sus características de emisión luminosa deben cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:1999.

### **3.3.1.11 VENTILACIÓN Y ELIMINACIÓN DE HUMOS Y GASES DE LA COMBUSTIÓN.**

En el establecimiento industrial conforme con el artículo 7.1, anexo II del Reglamento se instalaran sistema de evacuación de humos en el siguiente sector de incendios:

#### **3.3.1.11.1 Sector de ZONA DE TALLER**

En el establecimiento industrial se ha diseñado una ventilación natural para la eliminación de los humos y gases de combustión, en su caso, tal como establece el artículo 7, anexo II del Reglamento.

Los huecos se disponen uniformemente repartidos en la parte alta del sector, ya sea en zonas altas de fachada o cubierta. Los huecos son practicables

de manera manual o automática.

Se dispone, además, de huecos para la entrada del aire en la parte baja del sector, en la misma proporción de superficie requerida para los de salida de humos.

### **3.3.1.12 INSTALACIONES TÉCNICAS DE SERVICIO.**

Conforme al apartado 9 del anexo II del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, en caso de que los cables eléctricos alimenten a equipos que deban permanecer en funcionamiento durante un incendio, deberán estar protegidos para mantener la corriente eléctrica durante el tiempo exigible a la estructura de la nave en que se encuentre.

### **3.3.1.13 REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.**

#### **3.3.1.13.1 Sistemas automáticos de detección de incendio.**

Se instalarán sistemas automáticos de detección de incendios en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

- Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento si:

Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3.000 m<sup>2</sup> o superior

- Actividades de almacenamiento si:

Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m<sup>2</sup> o superior.

No instalaremos sistemas automáticos de detección de incendio ya que en ambos la superficie construida no es igual ni superior a 3.000 y 800 m<sup>2</sup> respectivamente.

### **3.3.1.13.2 Sistemas manuales de alarma de incendios.**

Se instalarán sistemas manuales de alarma de incendio en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

- a. Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento, si:
  - Su superficie total construida es de 1.000 m<sup>2</sup> o superior, o
  - No se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.
- b. Actividades de almacenamiento, si:
  - Su superficie total construida es de 800 m<sup>2</sup> o superior, o
  - No se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.

Instalaremos sistemas manuales de incendio debido que no tenemos instalados sistemas automáticos de detección de incendios. Estos se situarán junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe ser superior a 25m.



Imagen 3.3.1.13.2 - Pulsador de alarma manual

### 3.3.1.13.3 Sistemas de Comunicación de Alarma.

No se ha instalado un sistema de comunicación de alarma debido a que la suma de la superficie del sector de incendio no excede de 10.000 m<sup>2</sup>.

### 3.3.1.13.4 Sistemas de hidratantes exteriores.

No es necesaria la instalación de hidrantes exteriores ya que la configuración de la zona es de tipo C y la superficie del área de incendio es menor de 2000 m<sup>2</sup>. Y el riesgo intrínseco es bajo. (Tabla 3.1 del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales).

Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector o área de incendio (m <sup>2</sup> )	Riesgo intrínseco		
		Bajo	Medio	Alto
A	≥300	NO	SÍ	-
	≥1.000	SÍ*	SÍ	-
B	≥1.000	NO	NO	SÍ
	≥2.500	NO	SÍ	SÍ
	≥3.500	SÍ	SÍ	SÍ
C	≥2.000	NO	NO	SÍ
	≥3.500	NO	SÍ	SÍ

Tabla 3.3.1.13.4.1

### 3.3.1.13.5 Extintores de incendio.

El apartado 8, anexo III, del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre), nos manda instalar extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales.

NOTA: en las zonas de los almacenamientos operados automáticamente, en los que la actividad impide el acceso de personas, podrá justificarse la no instalación de extintores.

Se han instalado los siguientes extintores de incendios portátiles de acuerdo con dicho Reglamento:

### Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego

Agente extintor	Clase de fuego (UNE 23.010)			
	A (Sólidos)	B (Líquidos)	C (Gases)	D (Metales especiales)
Agua pulverizada	(2)xxx	x		
Agua a chorro	(2)xx			
Polvo BC (convencional)		xxx	xx	
Polvo ABC (polivalente)	Xx	xx	xx	
Polvo específico metales				xx
Espuma física	(2)xx	xx		
Anhídrido carbónico	(1)x	x		
Hidrocarburos Halogenados	(1)x	xx		

Tabla 3.3.1.13.5.1 – Tabla IV.1 UNE 23-010-76

Siendo:

xxx Muy adecuado.

Xx Adecuado.

X Aceptable.

#### Notas:

(1) En fuegos poco profundos (profundidad inferior a 5 mm) puede asignarse xx.

(2) En presencia de tensión eléctrica no son aceptables como agentes extintores el agua a chorro ni la espuma; el resto de los agentes extintores podrán utilizarse en aquellos extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado en UNE 23.110.

Según la tabla 3.1 del Reglamento contra incendios en establecimientos industriales, la cantidad de extintores vienen dados por los siguientes parámetros:

GRADO DE RIESGO INTRÍNSECO DEL SECTOR DE INCENDIO	EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR	ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR DE INCENDIO
BAJO	21 A	Hasta 600 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)
MEDIO	21 A	Hasta 400 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)
ALTO	34 A	Hasta 300 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)

Tabla 3.3.1.13.5.2 – Eficacia de Extintores

Además como dice el apartado 8.4, del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre), el emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m.

Por lo tanto, para que no superen los 15m de distancia, instalaremos 9 extintores: 8 en la planta baja y 1 en la entreplanta. La instalación de extintores ha sido aumentada debido a la presencia de obstáculos que en condiciones de incendio y el estado de alarma de los presentes pudieran causar una respuesta lenta ante la posible propagación de un Incendio.

En este caso utilizaremos extintores de Polvo ABC (polivanlente).

Descripción de los extintores:



Sector de Incendio	Superficie	Combustible	Riesgo / Volumen	Eficacia mínima	Unidades
Nave industrial	1773,82 m <sup>2</sup>	A	Bajo 1 ( 99,35 $\frac{MJ}{m^2}$ )	21A	

Tabla 3.3.1.13.5



Imagen 3.3.1.13.5 - Extintor portátil

### 3.3.1.13.6 Sistemas de bocas de incendio equipadas.

En nuestro caso no es de aplicación al ser riesgo bajo 1.

### 3.3.1.13.7 Sistemas de rociadores automáticos de agua.

Según el apartado 11 del anexo III del Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales, se instalaran rociadores de agua si el edificio es Tipo C y tiene un nivel intrínseco medio y una superficie total construida mayor de 3.500m<sup>2</sup>.

Por lo tanto en nuestro establecimiento industrial no es necesaria la instalación de sistema rociadores automáticos de agua ya que no superamos los 3.500m<sup>2</sup> de superficie construida y el nivel de riesgo intrínseco es bajo.

### 3.3.1.13.9 Señalización.

Tal como se indica en la documentación gráfica del trabajo, se ha procedido a señalizar las salidas de uso habitual y de emergencia y los medios de protección contra incendios manuales, según lo dispuesto en el “Código Técnico”

El edificio cumple tanto las condiciones de aproximación y las del entorno así como las de accesibilidad por fachada.



Imagen 3.3.1.13.9.1



Imagen 3.3.1.13.9.2

### 3.3.2 ZONA ADMINISTRATIVA

#### 3.3.2.1 OBJETO DEL ANEXO.

Este Documento Básico (DB) de seguridad en caso de incendio (SI) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio.

Tanto el objetivo del requisito básico como las exigencias básicas se establecen en el artículo 11 de la Parte 1 de este CTE y son los siguientes:

#### Artículo 11. Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI):

1. El objetivo del requisito básico “Seguridad en caso de incendio” consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su trabajo, construcción, uso y mantenimiento.

2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio, se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

3. El Documento Básico DB-SI especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio, excepto en el caso de los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”, en los cuales las exigencias básicas se cumplen mediante dicha aplicación.

### **3.3.2.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN.**

El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general para el conjunto del CTE en su artículo 2 (Parte I) excluyendo los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”

A la zona industrial le corresponde el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”, sin embargo a la zona administrativa le corresponden las normas de Seguridad en caso de Incendio del Código Técnico (en el reglamento industrial establece que si se comparten zonas administrativas con la zona industrial, de modo que se superen unos valores determinados, que es nuestro caso, a la zona administrativa se le aplicará el reglamento que le corresponda).

### **3.3.2.3 PROPAGACIÓN INTERIOR.**

### **3.3.2.3.1 Compartimentación en sectores de incendio.**

1. Los edificios se deben compartimentar en sectores de incendio según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 de esta Sección. Las superficies máximas indicadas en dicha tabla para los sectores de incendio pueden duplicarse cuando estén protegidos con una instalación automática de extinción.

2. A efectos del cómputo de la superficie de un sector de incendio, se considera que los locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos contenidos en dicho sector no forman parte del mismo.

3. La resistencia al fuego de los elementos separadores de los sectores de incendio debe satisfacer las condiciones que se establecen en la tabla 1.2 de esta Sección. Como alternativa, cuando, conforme a lo establecido en la Sección SI 6, se haya adoptado el tiempo equivalente de exposición al fuego para los elementos estructurales, podrá adoptarse ese mismo tiempo para la resistencia al fuego que deben aportar los elementos separadores de los sectores de incendio.

4. Las escaleras y los ascensores que comuniquen sectores de incendio diferentes o bien zonas de riesgo especial con el resto del edificio estarán compartimentados conforme a lo que se establece en el punto 3 anterior. Los ascensores dispondrán en cada acceso, o bien de puertas E 30 o bien de un vestíbulo de independencia con una puerta EI2 30-C5, excepto en zonas de riesgo especial o de uso Aparcamiento, en las que se debe disponer siempre el citado vestíbulo.

#### **RESISTENCIA AL FUEGO DE ELEMENTOS SEPARADORES.**

Solución adoptada para el muro colindante de la zona administrativa con la zona taller, fábrica de bloques simples de hormigón sin revestir de 20 cm de espesor que posee una EI120.

Los elementos de partición interior serán de fábrica de ladrillo hueco de 10 cm enfoscado por las dos caras.

### 3.3.2.3.2 Locales y zonas de riesgo especial.

1. Los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasifican conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo según los criterios que se establecen en la tabla 2.1. Los locales así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la siguiente tabla.

**Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios**

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
<i>Resistencia al fuego</i> de la estructura portante	R 90	R 120	R 180
<i>Resistencia al fuego</i> de las paredes y techos que separan la zona del resto del edificio	EI 90	EI 120	EI 180
<i>Vestíbulo de independencia</i> en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	-	Sí	Sí
Puertas de comunicación con el resto del edificio	EI2 45-C5	2 x EI2 30 -C5	2 x EI2 45-C5
Máximo recorrido hasta alguna salida del local	≤ 25 m	≤ 25 m	≤ 25 m

Tabla 3.3.2.3.2

2. Los locales destinados a albergar instalaciones y equipos regulados por reglamentos específicos, tales como transformadores, maquinaria de aparatos elevadores, calderas, depósitos de combustible, contadores de gas o electricidad, etc. se rigen, además, por las condiciones que se establecen en dichos reglamentos. Las condiciones de ventilación de los locales y de los equipos exigidas por dicha reglamentación deberán solucionarse de forma compatible con la de compartimentación establecida en este DB.

En nuestro caso se dispone de una zona de riesgo especial clasificado como de riesgo bajo, que es la correspondiente a la sala de ascensores que dispondrá de muro de fábrica de ladrillo hueco de 10 cm enfoscado por las dos caras. El máximo recorrido de evacuación hasta una salida es inferior a 25m.

### **3.3.2.3.3 Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario.**

1. Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla 4.1 del Documento básico de Seguridad en caso de Incendio del Código Técnico.

En cumplimiento con lo expuesto se utilizará muro de fábrica de ladrillo hueco de 8 cm enfoscado por las dos caras.

### **3.3.2.4 PROPAGACIÓN EXTERIOR.**

#### **3.3.2.4.1 Medianerías y fachadas.**

Los elementos verticales separadores de otro edificio deben ser al menos EI 120.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de las fachadas, ya sea entre dos edificios, o bien en un mismo edificio, entre dos *sectores de incendio* del mismo, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una *escalera o pasillo protegido* desde otras zonas. La solución adoptada será fábrica de bloques simples de hormigón sin revestir de 20 cm de espesor que posee una EI120.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación vertical del incendio por fachada entre dos *sectores de incendio* o entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas más altas del edificio, dicha fachada debe ser al menos EI 60 en una franja de 1 m de altura, como mínimo, medida sobre el plano de la fachada. Por lo que con el espesor anterior será suficiente.

#### **3.3.2.4.2 Cubiertas.**

1. Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre dos edificios colindantes, ya sea en un mismo edificio, esta tendrá una *resistencia al fuego* REI 60, como mínimo, en una franja de 0,50 m de anchura medida desde el edificio colindante, así como en una franja de 1,00 m de anchura situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentador de un *sector de incendio* o de un local de riesgo especial alto.

Como no existen edificios colindantes no será de aplicación.

2. En el encuentro entre una cubierta y una fachada que pertenezcan a sectores de incendio o a edificios diferentes, la altura  $h$  sobre la cubierta a la que deberá estar cualquier zona de fachada cuya resistencia al fuego no sea al menos EI 60 será la que se indica a continuación, en función de la distancia  $d$  de la fachada, en proyección horizontal, a la que esté cualquier zona de la cubierta cuya resistencia al fuego tampoco alcance dicho valor.

d(m)	$\geq 2,50$	2,00	1,75	1,25	1,00	0,75	0,50	0
h(m)	0	1,00	1,50	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00

Tabla 3.3.2.4.2

En nuestro caso tenemos un único sector, por lo que no nos afecta en nada.

### **3.3.2.5 EVACUACIÓN DE OCUPANTES.**

#### **3.3.2.5.1 Cálculo de ocupación.**

El cálculo de la ocupación se realizará en base a la tabla 2.1 del Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico en la Sección 3 apartado 2, como ya hicimos en el apartado 3.2.1.10 de EVACUACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES, obteniendo:

- Zona administrativa (1 persona cada  $10\text{m}^2$ )  $\rightarrow$  52 personas

Y una ocupación total de: 122 personas

#### **3.3.2.5.2 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación.**

En el Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico en la Sección 3 en el apartado 3 se establece que para recintos con más de una salida en planta la longitud de los recorridos de evacuación desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos recorridos alternativos no excederá de 25 m.

### 3.3.2.5.3 Dimensionado de los medios de evacuación.

Cuando en un *recinto*, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

A efectos del cálculo de la capacidad de evacuación de las escaleras y de la distribución de los ocupantes entre ellas, cuando existan varias, no es preciso suponer inutilizada en su totalidad alguna de las *escaleras protegidas* existentes. En cambio, cuando existan varias escaleras no protegidas, debe considerarse inutilizada en su totalidad alguna de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

En la planta de desembarco de una escalera, el flujo de personas que la utiliza deberá añadirse a la *salida de planta* que les corresponda, a efectos de determinar la anchura de esta. Dicho flujo deberá estimarse, o bien en 160 A personas, siendo A la anchura, en metros, del desembarco de la escalera, o bien en el número de personas que utiliza la escalera en el conjunto de las plantas, cuando este número de personas sea menor que 160 A.

### 3.3.2.5.4 Cálculo.

El dimensionado de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en la tabla 4.1 del Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico en la Sección 3 en el apartado 4. Según esta tendremos:

Puertas y pasos	$A \geq P / 200^{(f)} \geq 0,80m^{(2)}$ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60m, ni exceder de 1,23m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00m^{(3)(4)(5)}$
Escaleras no protegidas <sup>(8)</sup> para evacuación descendente	$A \geq P / 160^{(9)}$

Tabla 3.3.2.5.4 – Tabla 4.1 Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico



A = Anchura del elemento, [m].

AS = Anchura de la *escalera protegida* en su desembarco en la planta de *salida del edificio*, [m].

h = *Altura de evacuación* ascendente, [m].

P = Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.

E = Suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada más los de las situadas por debajo o por encima de ella hasta la planta de salida del edificio, según se trate de una escalera para evacuación descendente o ascendente, respectivamente. Para dicha asignación solo será necesario aplicar la hipótesis de bloqueo de salidas de planta indicada en el punto 4.1 en una de las plantas, bajo la hipótesis más desfavorable.

S = *Superficie útil* del recinto de la *escalera protegida* en el conjunto de las plantas de las que provienen las P personas.

Incluye la superficie de los tramos, de los rellanos y de las mesetas intermedias).

(1) La anchura de una puerta de salida del recinto de una *escalera protegida* a planta de *salida del edificio* debe ser al menos igual al 80% de la anchura de la escalera.

(2) En *uso hospitalario*  $A \geq 1,05$  m, incluso en puertas de habitación.

(3) En *uso hospitalario*  $A \geq 2,20$  m ( $\geq 2,10$  m en el paso a través de puertas).

(4) En establecimientos de *uso Comercial*, la anchura mínima de los pasillos situados en áreas de venta es la siguiente:

a) Si la superficie construida del área de ventas en la planta considerada excede de 400 m<sup>2</sup>:

- si está previsto el uso de carros para transporte de productos:

Entre baterías con más de 10 cajas de cobro y estanterías:  $A \geq 4,00$  m.

En otros pasillos:  $A \geq 1,80$  m.

- si no está previsto el uso de carros para transporte de productos:  $A \geq 1,40$  m.

b) Si la superficie construida del área de ventas en la planta considerada no excede de 400 m<sup>2</sup>:

- si está previsto el uso de carros para transporte de productos:

Entre baterías con más de 10 cajas de cobro y estanterías:  $A \geq 3,00$  m.

En otros pasillos:  $A \geq 1,40$  m.

- si no está previsto el uso de carros para transporte de productos:  $A \geq 1,20$  m.

(5) La anchura mínima es 0,80 m en pasillos previstos para 10 personas, como máximo, y estas sean usuarios habituales.

(8) Incluso pasillos escalonados de acceso a localidades en anfiteatros, graderíos y tribunas de *recintos* cerrados, tales como cines, teatros, auditorios, pabellones polideportivos etc.

(9) La anchura mínima es la que se establece en DB SU1-4.2.2, tabla 4.1.

Para las escaleras tendremos la ocupación de la planta superior de la zona administrativa, que es de 49 personas, de modo que:

$$A > 49/160 = 0,30625 \text{ m}$$

Nuestras escaleras son de 1.20 metros de ancho cumpliendo así la normativa.

En la tabla 4.2 del Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico en la Sección 3 en el apartado 4 podemos comprobar que para una escalera de evacuación descendente con 1m de ancho, la máxima evacuación permitida sería de 160 personas en nuestro caso solo hay 25 por lo que con ese ancho cumplimos ampliamente la normativa.

Para la evacuación de la planta inferior tendremos en cuenta tanto la ocupación de la planta superior como de la inferior siendo esta de 122 personas, obteniendo así:

$$A > 122/200 = 0,61 \text{ m}$$

Nuestras puertas de evacuación son de 5m por lo que cumplimos la normativa.

### 3.3.2.5.5 Protección de escaleras.

De acuerdo con la tabla 5.1 del Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico en la Sección 3 en el apartado 5 la escalera no debe de ser protegida puesto que la altura de evacuación es menor de 14m.

Uso previsto <sup>(1)</sup>	Condiciones según tipo de protección de la escalera		
	h= altura de evacuación de la escalera P= número de personas a las que sirve en el conjunto de plantas		
	No protegida	Protegida <sup>(2)</sup>	Especialmente protegida
Escaleras para evacuación descendente			
Residencial vivienda	$h \leq 14 \text{ m}$	$h \leq 28 \text{ m}$	
Administrativo, Docente	$h \leq 14 \text{ m}$	$h \leq 28 \text{ m}$	
Comercial, Pública Concurrencia	$h \leq 10 \text{ m}$	$h \leq 20 \text{ m}$	

Tabla 3.3.2.5.5 –Tabla 5.1 del Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio del CTE

### **3.3.2.5.6 Puertas situadas en los recorridos de evacuación.**

Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE-EN 179:2008, cuando se trate de la evacuación de zonas ocupadas por personas que en su mayoría estén familiarizados con la puerta considerada, así como en caso contrario, cuando se trate de puertas con apertura en el sentido de la evacuación, conforme al siguiente apartado, los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:2008.

Abrirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida:

- a) prevista para el paso de más de 200 personas en edificios de uso Residencial Vivienda o de 100 personas en los demás casos, o bien.
- b) prevista para más de 50 ocupantes del recinto o espacio en el que esté situada.

Para la determinación del número de personas que se indica en a) y b) se deberán tener en cuenta los criterios de asignación de los ocupantes establecidos en el apartado 5.2 de este anexo. Según el cual como tendremos más de 100 personas hemos instalado puertas cuyo sentido de apertura serán siempre en el de evacuación, tanto las de la planta superior como las de la planta baja.

### **3.3.2.5.7 Señalización de los medios de evacuación.**

Señalización e iluminación: de acuerdo con lo expuesto en el Documento Básico de Seguridad en caso de incendio del “Código Técnico” se tiene:

### Señalización de los medios de evacuación.

1. Se utilizarán las señales de salida, de uso habitual o de emergencia, definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

a) Las salidas de *recinto*, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “**SALIDA**”, excepto en edificios de *uso Residencial Vivienda* y, en otros usos, cuando se trate de salidas de *recintos* cuya superficie no exceda de 50 m<sup>2</sup>, sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos *recintos* y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.

b) La señal con el rótulo “**Salida de emergencia**” debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.

c) Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo *origen de evacuación* desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un *recinto* con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.

d) En los puntos de los *recorridos de evacuación* en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.

e) En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo “Sin salida” en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.

f) Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida.

g) El tamaño de las señales será:

i) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.

ii) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.

iii) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

#### Señalización de los medios de protección.

1. Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalizar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.

b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.

c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

2. Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

#### **3.3.2.5.8 Control del humo de incendio.**

En los casos que se indican a continuación se debe instalar un sistema de

control del humo de incendio capaz de garantizar dicho control durante la evacuación de los ocupantes, de forma que ésta se pueda llevar a cabo en condiciones de seguridad:

- a) Aparcamientos que no tengan la consideración de aparcamiento abierto.
- b) Establecimientos de uso Comercial o Pública Concurrencia cuya ocupación exceda de 1000 personas.
- c) Atrios, cuando su ocupación en el conjunto de las zonas y plantas que constituyan un mismo sector de incendio, exceda de 500 personas, o bien cuando esté previsto para ser utilizado para la evacuación de más de 500 personas.

No nos encontramos en ninguno de los citados casos de modo que no será necesaria la instalación de un sistema de control de humo de incendio.

### 3.3.2.6 DETECCIÓN, CONTROL Y EXTINCIÓN DE INCENDIO.

#### 3.3.2.6.1 Dotación de instalaciones de protección contra incendios.

Según la tabla 1.1.del Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico en la Sección 4 en al apartado 1, los equipos e instalaciones de protección contra incendios será el siguiente en función del uso, en nuestro caso sólo nos afecta el general y el administrativo:

En general	
Extintores portátiles	<p>Uno de eficacia 21A - 113B:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cada 15m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.</li> <li>- En las zonas de riesgo especial conforme al capítulo 2 de la sección 1<sup>(1)</sup> de este DB.</li> </ul>
Bocas de incendio	En zonas de riesgo especial alto, conforme al capítulo 2 de la sección SI1, en las que el riesgo se deba principalmente a materias combustibles sólidas <sup>(2)</sup> .
Ascensor de emergencia	En las plantas cuya altura de evacuación exceda de 35 m. <sup>(3)</sup>

Hidratantes exteriores	Si la altura de evacuación descendente excede de 28m o si la ascendente excede de 6m, así como en establecimientos de densidad de ocupación mayor que una persona cada 5m <sup>2</sup> y cuya superficie construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m <sup>2</sup> . Al menos un hidratante hasta 10.000 m <sup>2</sup> de superficie construida y uno más por cada 10.000 m <sup>2</sup> adicionales o fracción. <sup>(4)</sup>
Instalación automática de extinción	Salvo otra indicación en relación con el uso, en todo edificio cuya <i>altura de evacuación</i> exceda de 80 m. En cocinas en las que la potencia instalada exceda de 20 kW en <i>uso Hospitalario o Residencial Público</i> o de 50 kW en cualquier otro uso <sup>(5)</sup> . En centros de transformación cuyos aparatos tengan aislamiento dieléctrico con punto de inflamación menor que 300 °C y potencia instalada mayor que 1.000 kVA en cada aparato o mayor que 4.000 kVA en el conjunto de los aparatos. Si el centro está integrado en un edificio de <i>uso Pública Concurrencia</i> y tiene acceso desde el interior del edificio, dichas potencias son 630 kVA y 2.520 kVA respectivamente.
Instalación automática de extinción	
<b>Administrativo</b>	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 2.000 m <sup>2</sup> . <sup>(8)</sup>
Columna seca <sup>(6)</sup>	Si la <i>altura de evacuación</i> excede de 24 m.
Sistema de alarma	Si la superficie construida excede de 1.000 m <sup>2</sup> .
Sistema de detección de incendios	Si la superficie construida excede de 2.000 m <sup>2</sup> , detectores en zonas de riesgo alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB. Si excede de 5.000 m <sup>2</sup> , en todo el edificio.
Hidratantes exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m <sup>2</sup> . Uno más por cada 10.000 m <sup>2</sup> adicionales o fracción. <sup>(4)</sup>
<b>Comercial</b>	
Extintores portátiles	En toda agrupación de locales de riesgo especial medio y alto cuya superficie construida total excede de 1.000m <sup>2</sup> , extintores móviles de 50 kg de polvo, distribuidos a razón de un extintor por cada 1.000m <sup>2</sup> de superficie que supere dicho límite y fracción.
Bocas de incendio	Si la superficie construida excede de 500m <sup>2</sup> . <sup>(8)</sup>
Columna seca <sup>(6)</sup>	Si la altura de evacuación excede de 24m.

Sistema de alarma	Si la superficie construida excede de $1.000\text{m}^2$ .
Sistema de detección de incendio <sup>(10)</sup>	Si la superficie construida excede de $2.000\text{m}^2$ . <sup>(9)</sup>
Instalación automática de extinción	Si la superficie total construida excede de $1.500\text{m}^2$ , en las áreas públicas de ventas en las que la densidad de carga de fuego ponderada y corregida aportada por los productos comercializados sea mayor que $500\text{ MJ/m}^2$ (aproximadamente $120\text{ Mcal/m}^2$ ) y en los recintos de riesgo especial medio y alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB.
Hidratantes exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre $1.000$ y $10.000\text{m}^2$ . Uno más por cada $10.000\text{m}^2$ adicionales o fracción. <sup>(4)</sup>

Tabla 3.3.2.6.1 – Tabla 1.1.del Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio del CTE

Dentro de las dotaciones generales no hay zonas de riesgo especialmente alto, el ascensor no atiende a plantas de más de 50 m de altura de evacuación y la evacuación descendente no excede de 28 m. De modo que las medidas de protección contra incendios serán la dotación de extintores portátiles de eficacia 21A-113B-C cada 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.

### 3.3.2.7 INTERVENCIÓN DE BOMBEROS.

#### 3.3.2.7.1 Condiciones de aproximación y entorno.

##### 3.3.2.7.1.1 Aproximación a los edificios.

Los viales de aproximación a los espacios de maniobra, deben cumplir las condiciones siguientes:

- a) anchura mínima libre 3,5 m.
- b) altura mínima libre o gálibo 4,5 m.
- c) capacidad portante del vial  $20\text{ kN/m}^2$ .

En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m.



En nuestro caso cumplimos holgadamente dichos requisitos ya la nave está ubicada en polígono industrial con amplios accesos.

#### **3.3.2.7.1.2 Entorno de los edificios.**

Los edificios con una altura de evacuación descendente mayor que 9 m deben disponer de un espacio de maniobra que cumpla las siguientes condiciones a lo largo de las fachadas en las que estén situados los accesos principales:

- a) anchura mínima libre 5 m.
- b) altura libre la del edificio.
- c) separación máxima del vehículo al edificio (desde el plano de la fachada hasta el eje de la vía):
  - edificios de hasta 15 m de altura de evacuación 23 m.
  - edificios de más de 15 m y hasta 20 m de altura de evacuación 18 m
  - edificios de más de 20 m de altura de evacuación 10 m.
- d) distancia máxima hasta cualquier acceso principal al edificio 30 m;
- e) pendiente máxima 10%;
- f) resistencia al punzonamiento del suelo 10 t sobre 20 cm  $\phi$ .

En nuestro caso no hay una altura de evacuación descendente de más de 9 m de modo que estas exigencias no nos afectan.

El espacio de maniobra debe mantenerse libre de mobiliario urbano, arbolado, jardines, mojones u otros obstáculos. De igual forma, donde se prevea el acceso a una fachada con escaleras o plataformas hidráulicas, se evitarán elementos tales como cables eléctricos aéreos o ramas de árboles que puedan interferir con las escaleras, etc.

#### **3.3.2.7.2 Accesibilidad por fachada.**

Las fachadas deben disponer de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios. Dichos huecos deben cumplir las condiciones siguientes:

- a) Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que 1,20 m.
- b) Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser, al menos, 0,80 m y 1,20 m respectivamente. La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 m, medida sobre la fachada.
- c) No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya altura de evacuación no exceda de 9 m.

### **3.3.3 REGLAMENTO DE INTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

- **Objeto y ámbito de aplicación.**

Es objeto del presente Reglamento establecer y definir las condiciones que deben cumplir los aparatos, equipos y sistemas, así como su instalación y mantenimiento empleados en la protección contra incendios.

- **Características e instalación de los aparatos, equipos y sistemas de protección contra incendios.**

#### **Extintores de incendio**

1. Los extintores de incendio, sus características y especificaciones se ajustarán al " Reglamento de aparatos a presión" y a su Instrucción técnica complementaria MIE-AP5.
2. Los extintores de incendio necesitarán, antes de su fabricación o importación, con independencia de lo establecido por la ITC-MIE-AP5, ser aprobados de acuerdo con lo establecido en el artículo 2 de este Reglamento, a efectos de justificar el cumplimiento de lo dispuesto en la norma UNE 23.110.

3. El emplazamiento de los extintores permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible próximos a las salidas de evacuación y preferentemente sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1,70 metros sobre el suelo.

### **Sistemas manuales de alarma de incendios**

Los sistemas manuales de alarma de incendio estarán constituidos por un conjunto de pulsadores que permitirán provocar voluntariamente y transmitir una señal a una central de control y señalización permanentemente vigilada, de tal forma que sea fácilmente identificable la zona en que ha sido activado el pulsador.

La fuente de alimentación del sistema manual de pulsadores de alarma, sus características y especificaciones, deberán cumplir idénticos requisitos que las fuentes de alimentación de los sistemas automáticos de detección, pudiendo ser la fuente secundaria común a ambos sistemas.

Los pulsadores de alarma se situarán de modo que la distancia máxima a recorrer, desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador, no supere los 25 metros.

Todos los aparatos contraincendios utilizados en este trabajo (Extintores y Pulsadores de alarma) cumplen la normativa establecida en el Reglamento de Instalaciones de Protección Contraincendios.

**TÍTULO: PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL  
DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO**

---

## **ANEXO IV: ALUMBRADO DE EMERGENCIA**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**

**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2015**

**AUTOR: LUCÍA VIGO PICO**

Fdo.: Lucía Vigo Pico

## **ÍNDICE DEL ANEXO IV: ALUMBRADO DE EMERGENCIA**

<b>3.4.1 OBJETO DEL ANEXO.....</b>	<b>3</b>
<b>3.4.2 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA.....</b>	<b>3</b>
<b>3.4.2.1 Alumbrado de evacuación.....</b>	<b>3</b>
<b>3.4.2.2 Alumbrado ambiente o anti-pánico.....</b>	<b>4</b>
<b>3.4.2.3 Lugares en los que deberá instalarse alumbrado de emergencia.....</b>	<b>4</b>
<b>3.4.3 PROCEDIMIENTO DEL CÁLCULO DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....</b>	<b>5</b>
<b>3.4.4 LUMINARIAS Y LÁMPARAS DE EMERGENCIA UTILIZADAS.....</b>	<b>5</b>
<b>3.4.4.1 Características de la las luminarias empleadas.....</b>	<b>6</b>
<b>3.4.4.2 Características generales de la gama NT.....</b>	<b>6</b>
<b>3.4.5 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS REALIZADOS.....</b>	<b>7</b>
<b>3.4.5.1 Valores de iluminancia planta baja.....</b>	<b>9</b>
<b>3.4.5.1.1 Zona de Taller.....</b>	<b>9</b>
<b>3.4.5.1.2 Vestuario Masculino.....</b>	<b>10</b>
<b>3.4.5.1.3 Vestuario Femenino.....</b>	<b>11</b>
<b>3.4.5.1.4 Recepción.....</b>	<b>12</b>
<b>3.4.5.1.5 Aseo Masculino Planta Baja.....</b>	<b>12</b>
<b>3.4.5.1.6 Aseo Femenino Planta Baja.....</b>	<b>13</b>
<b>3.4.5.1.7 Escaleras.....</b>	<b>13</b>

<b>3.4.5.2 Valores de iluminancia Entreplanta.....</b>	<b>14</b>
<b>3.4.5.2.1 Pasillo Entreplanta.....</b>	<b>14</b>
<b>3.4.5.2.2 Sala de Limpieza.....</b>	<b>14</b>
<b>3.4.5.2.3 Aseo Masculino Entreplanta.....</b>	<b>15</b>
<b>3.4.5.2.4 Aseo Femenino Entreplanta.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4.5.2.5 Oficina Administrativa.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4.5.2.6 Sala de Juntas.....</b>	<b>17</b>

### **3.4.1 OBJETO DEL ANEXO.**

El objeto de este Anexo es el de definir la correcta instalación y funcionamiento de los servicios dedicados al alumbrado de emergencia, que faciliten la evacuación segura de las personas en caso de emergencia, o la iluminación de puntos vitales de los edificios, así como calcular las luminarias necesarias para obtener los niveles mínimos de iluminación y la relación entre la iluminancia máxima y mínima que debe aportar el alumbrado de emergencia según los reglamentos y normativas vigentes. Además de lo anterior, también se especifica los tipos de luminarias empleadas, su posición por medio de la documentación gráfica y los niveles de iluminancia máxima y mínima así como su relación, en los diferentes planos.

### **3.4.2 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA.**

Conforme a lo que dice el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RBT) 2002 en la ITC-BT-28 y el Código Técnico de la Edificación (CTE), en el documento básico SU 4 “Seguridad de utilización frente al riesgo causado por iluminación inadecuada”, se parte de los siguientes datos:

#### **3.4.2.1 Alumbrado de evacuación:**

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios y rutas de evacuación.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales (de la ruta de evacuación) será menor de 40.

#### **3.4.2.2 Alumbrado ambiente o anti-pánico:**

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

#### **3.4.2.3 Lugares en que deberá instalarse alumbrado de emergencia:**

Es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia (citamos solamente los casos que son de aplicación a nuestra nave)

- En todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.
- En los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- En los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- En los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- En las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- En todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- En toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- En el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida.
- Cerca de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- Cerca de cada cambio de nivel.
- Cerca de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios



Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.

Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

Otros de los datos de partida son el conocimiento de la disposición de la distribución de los equipos de protección contra incendios, las rutas de evacuación, las salidas y la señalización.

### **3.4.3 PROCEDIMIENTO DEL CÁLCULO DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA.**

- En cumplimiento con las especificaciones descritas por los diversos reglamentos se eligen las luminarias de emergencia, y se disponen en los diferentes locales quedando éstas distribuidas de la forma que se puede observar en la documentación gráfica.
- Una vez realizada dicha distribución se procede al cálculo de la iluminancia máxima, la iluminancia mínima y la relación entre ambas en los diferentes planos de los locales. Para ello se utiliza el programa de cálculo EMERLIGTH 4.0.
- El dato introducido al programa de cálculo del factor de reflexión sobreparedes y techos es del 0%, en cumplimiento con lo indicado en el CTE, documento básico Seguridad de Utilización (SU).
- Una vez obtenidos los resultados del programa, se comprueba que los niveles de iluminancia son correctos, quedando demostrado que la elección de las luminarias de emergencia así como su distribución son correctas.

### **3.4.4 LUMINARIAS Y LÁMPARAS DE EMERGENCIA UTILIZADAS.**

Se han utilizado luminarias Legrand NT /750 Lum para el alumbrado de las rutas de evacuación y salidas, para el alumbrado de los puntos de seguridad y para la iluminación general.

**3.4.4.1 Características propias de las luminarias empleadas.**

- Ref.:618 33
- Fluorescente tubo compacto
- IP 65
- Lúmenes: 750
- Autonomía: 1h
- Lámpara de emergencia: PL 11W
- Dimensiones: 405X134X134
- Color: Blanco
- Preso bruto: 2kg

**3.4.4.2 Características generales de la gama NT.**

- Fabricadas según normas de obligado cumplimiento: UNE - EN 60 598.2.22, UNE 20 392 - 93 y REBT 2002
- Producto certificado por AENOR, con marca N
- Luminarias no permanentes y combinadas
- Alimentación: 230 V  $\pm 10\%$ , 50/60 Hz
- IP 65 IK 07, Clase I
- Aptas para ser montadas sobre superficies inflamables.
- Tiempo de carga: 24 horas
- Utilizar telemando para:
  - Puesta en reposo
  - Test de prueba de funcionamiento con tensión de red
- Bornas de telemando protegidas contra conexión accidental a 230 V
- Protección de red mediante dispositivo electrónico automático (sin fusible).
- Material de la envolvente auto extingible
- Acumuladores de Ni-Cd de alta temperatura
- 2 leds de alta luminosidad y larga duración (100.000 horas) de vida media para minimizar el mantenimiento
- Cuando los dos leds se apagan simultáneamente, indica:

- Ausencia de tensión
- Los acumuladores no cargan
- Material de la base de las luminarias en chapa de embutición
- 2 entradas para 20 mm de diámetro (1 lateral y 1 superior)
- Suministrada con un tapón y un prensaestopas

### 3.4.5 RESULTADO DE LOS CÁLCULOS REALIZADOS

Los resultados obtenidos con el programa de cálculo EMERLIGHT4.0 para los distintos locales del edificio son los que a continuación se presentan en las diferentes tablas. Además se incluyen los resultados de forma gráfica para cada uno de los locales del trabajo.

ALUMBRADO DE EMERGENCIA							
Local	Altura local (m)	Med (lux)	Min (lux)	Máx (lux)	Min/ Med	Uniformidad Min/Máx	Med./Má x
<u>PLANTA BAJA</u>							
Taller	6	11,8	2	62,1	0,17	0,03	0,19
Vestuario Femenino	2,8	12,1	2	25,5	0,16	0,08	0,47
Vestuario Masculino	2,8	26,1	5,5	53,1	0,21	0,1	0,49
Aseo masculino	2,8	15,9	7,8	23,5	0,49	0,33	0,67
Aseo femenino	2,8	16	7,9	23,6	0,49	0,33	0,68
Recepción	2,8	13,4	1,4	36,9	0,1	0,04	0,36
Escaleras	2,8	20,6	2,6	36,5	0,12	0,07	0,56

Tabla 3.4.5.1 – Resumen del Alumbrado de Emergencia de los Locales de la Planta Baja

ALUMBRADO DE EMERGENCIA							
Local	Altura local (m)	Med (lux)	Min (lux)	Máx (lux)	Min/Med	Uniformidad Min/Máx	Med./Máx
<u>ENTREPLANTA</u>							
Pasillo Entreplanta	2,8	22,2	3,8	90,6	0,17	0,04	0,24
Aseo Femenino	2,8	16	7,9	23,6	0,49	0,33	0,68
Aseo Masculino	2,8	15,9	7,8	23,5	0,49	0,33	0,68
Oficina Administrativa	2,8	19,7	2,8	56,1	0,14	0,05	0,35
Sala de Juntas	2,8	16	3,2	38,5	0,20	0,08	0,42
Sala de Limpieza	2,8	12,2	3,7	23,5	0,3	0,16	0,52

Tabla 3.4.5.2 – Resumen del Alumbrado de Emergencia de los Locales de la Entreplanta

### 3.4.5.1 Valores de iluminancia planta baja

#### LOCALES SITUADOS EN LA PLANTA BAJA:

##### 3.4.5.1.1 Zona de Taller

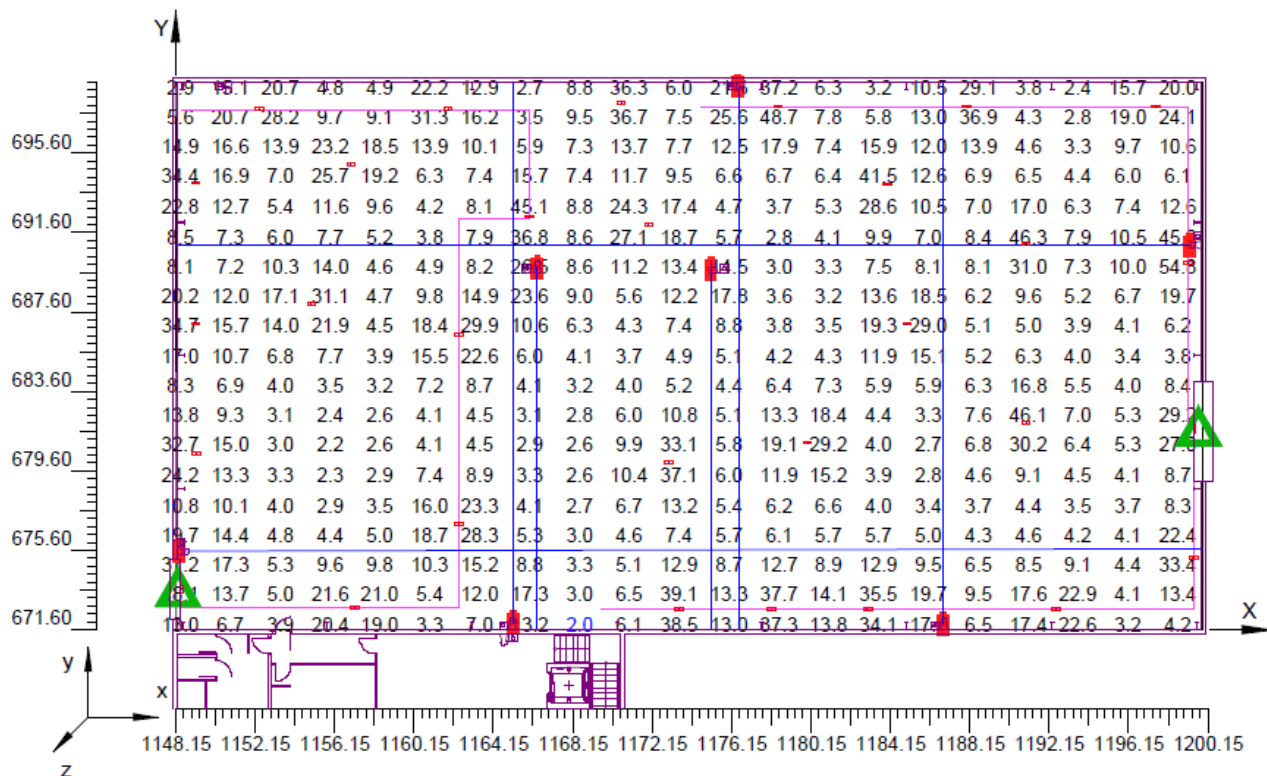


Figura 3.4.5.1.1.1 – Resumen de los resultados para la zona de taller

### 3.4.5.1.2 Vestuario Masculino



Figura 3.4.5.1.2.1 – Resumen de los resultados para el vestuario masculino

### 3.4.5.1.3 Vestuario Femenino

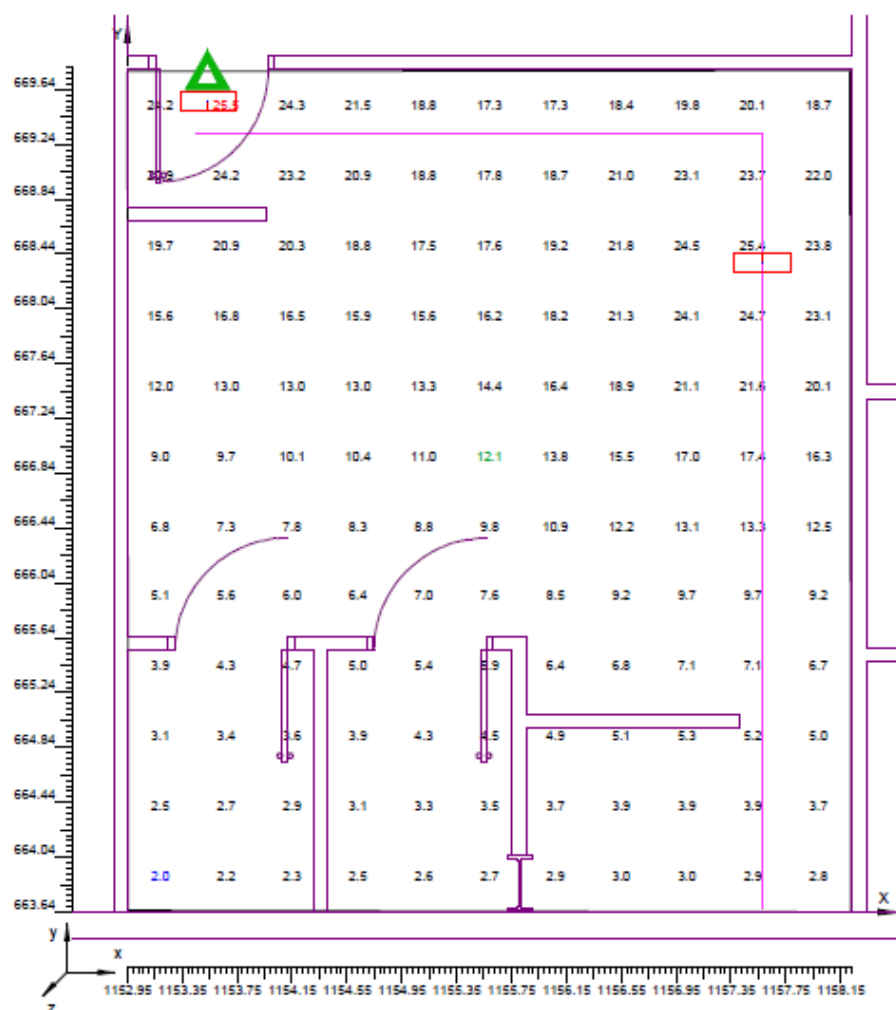


Figura 3.4.5.1.3.1 – Resumen de los resultados para el vestuario femenino

### 3.4.5.1.4 Recepción

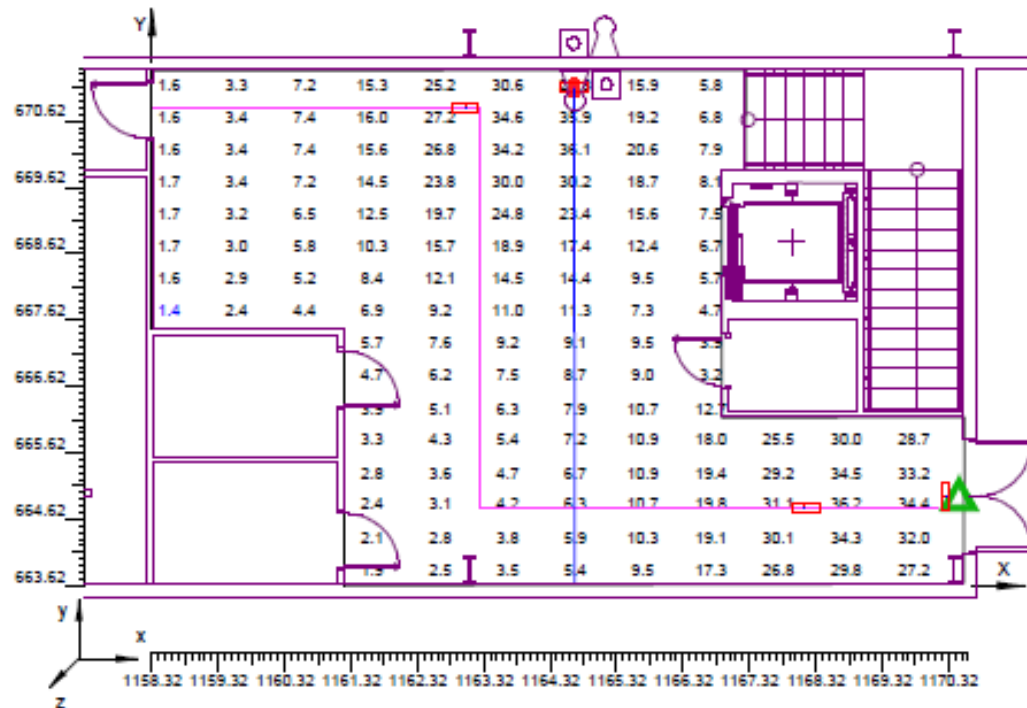


Figura 3.4.5.1.4.1 – Resumen de los resultados para la recepción

### 3.4.5.1.5 Aseo Masculino Planta Baja

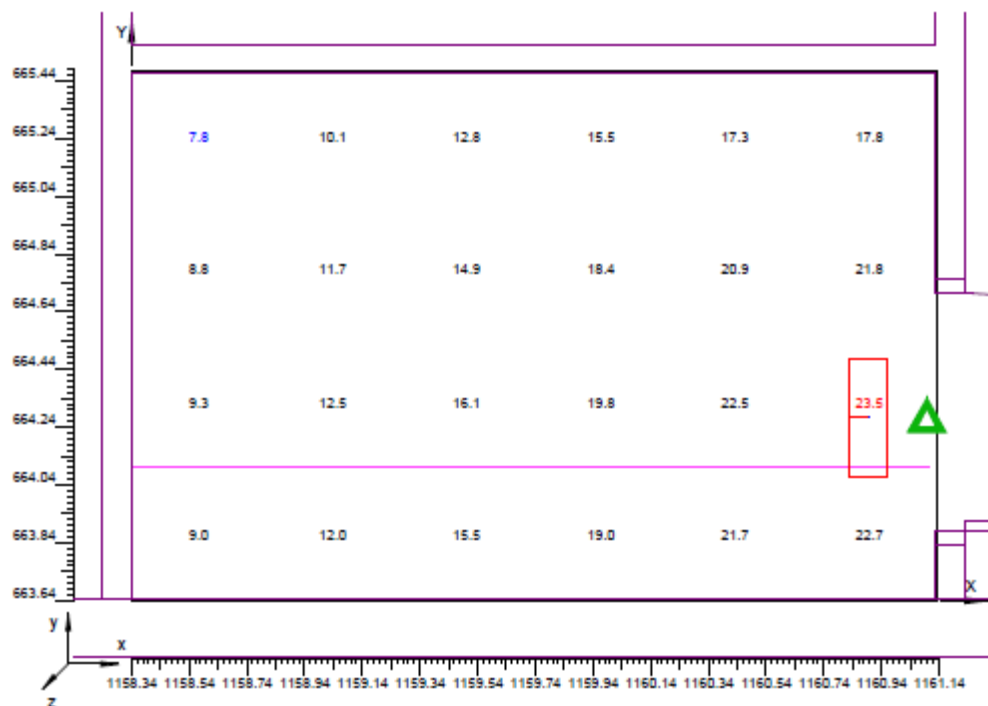


Figura 3.4.5.1.5.1 – Resumen de los resultados para la zona de aseo masculino planta baja



### 3.4.5.1.6 Aseo Femenino Planta Baja

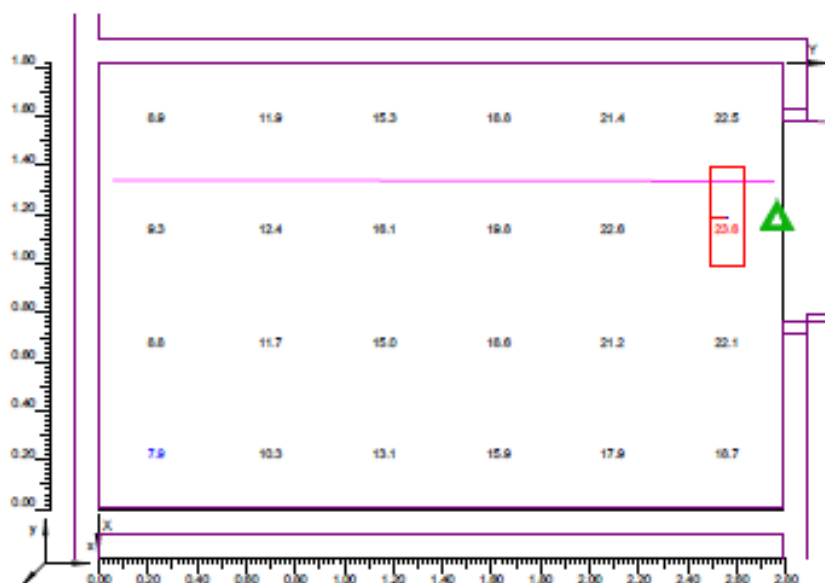


Figura 3.4.5.1.6.1 – Resumen de los resultados para la zona de aseo femenino planta baja

### 3.4.5.1.7 Escaleras

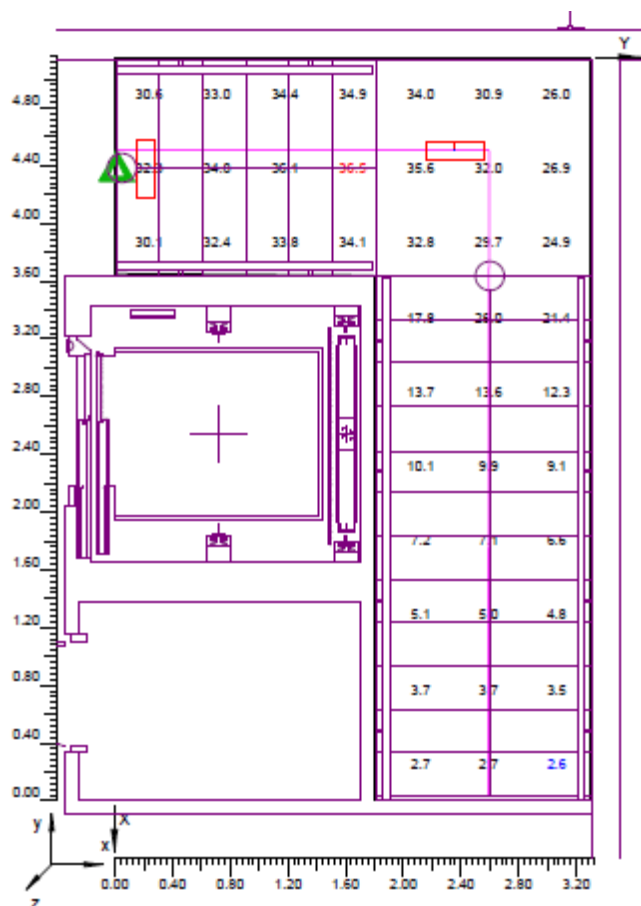


Figura 3.4.5.1.7.1 – Resumen de los resultados para la zona de las escaleras

### 3.4.5.2 Valores de la iluminancia Entreplanta

#### LOCALES SITUADOS EN LA ENTREPLANTA

##### 3.4.5.2.1 Pasillo Entreplanta

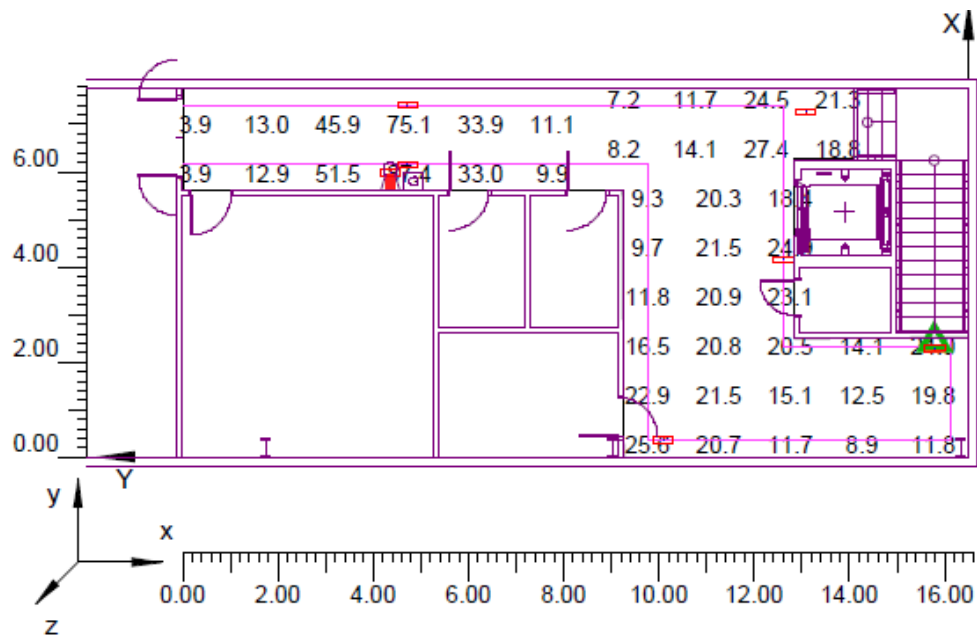


Figura 3.4.5.1.2.1 – Resumen de los resultados para la zona de pasillo entreplanta

##### 3.4.5.2.2 Sala de Limpieza

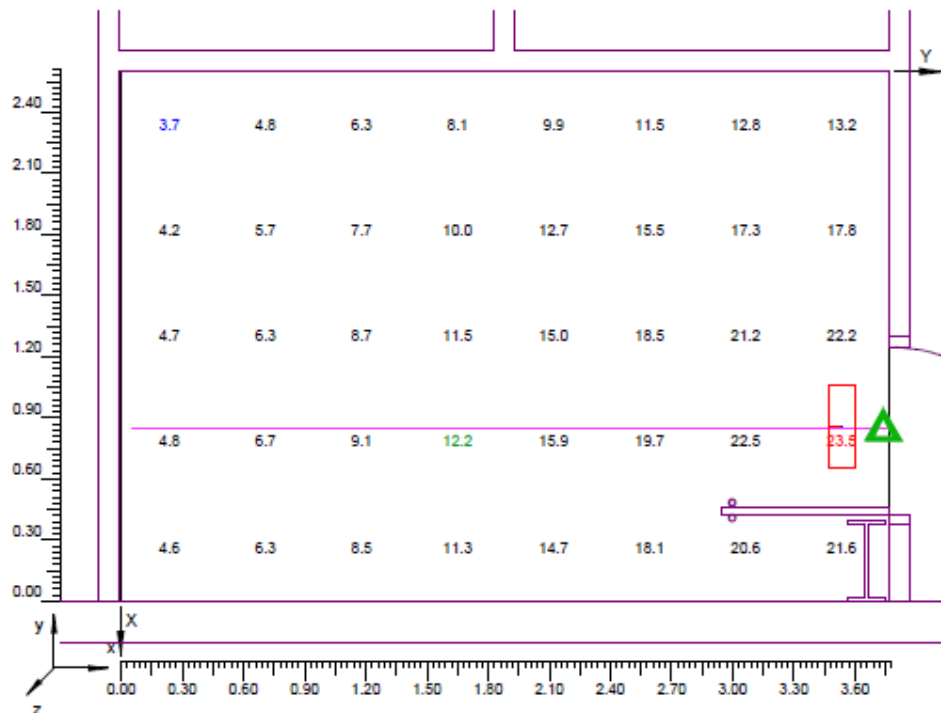


Figura 3.4.5.2.2.1 – Resumen de los resultados para la zona de sala de limpieza

### 3.4.3.5.2.3 Aseo Masculino Entreplanta

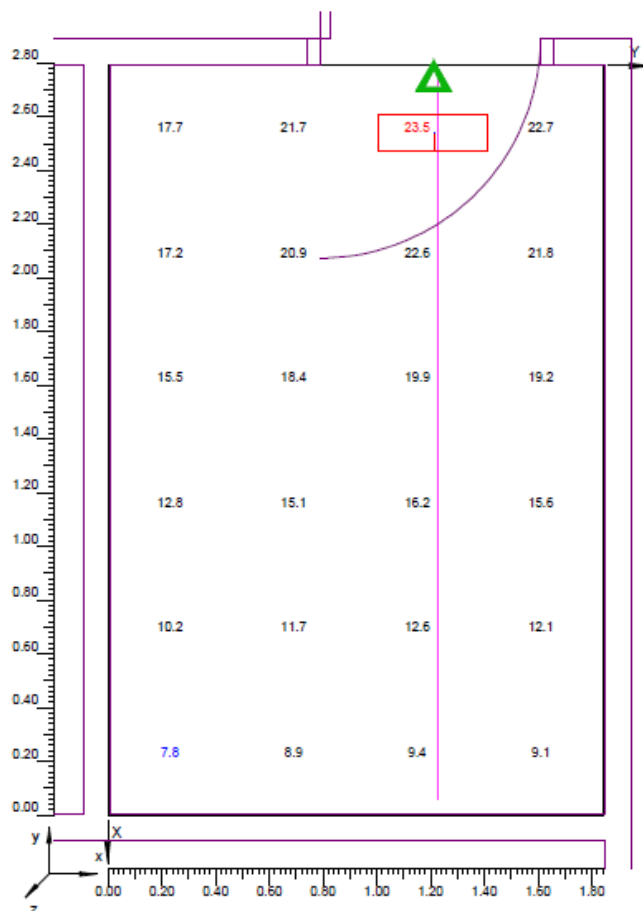


Figura 3.4.5.2.3.1 – Resumen de los resultados para la zona de aseo masculino entreplanta

### 3.4.5.2.3 Aseo Femenino Entrepanta

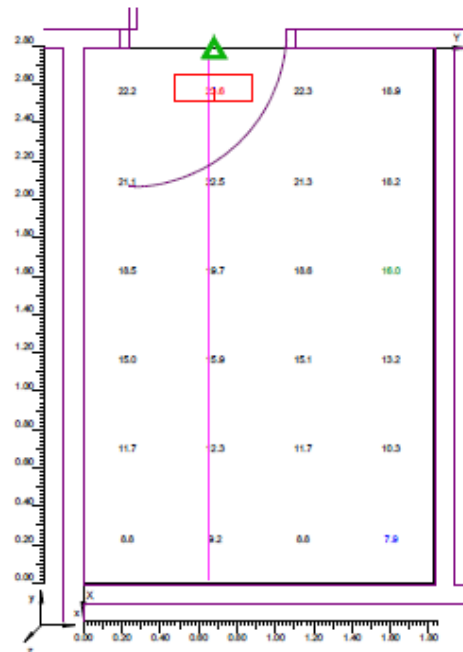


Figura 3.4.5.2.3.1 – Resumen de los resultados para la zona de aseo femenino entreplanta

### 3.4.5.2.5 Oficina Administrativa

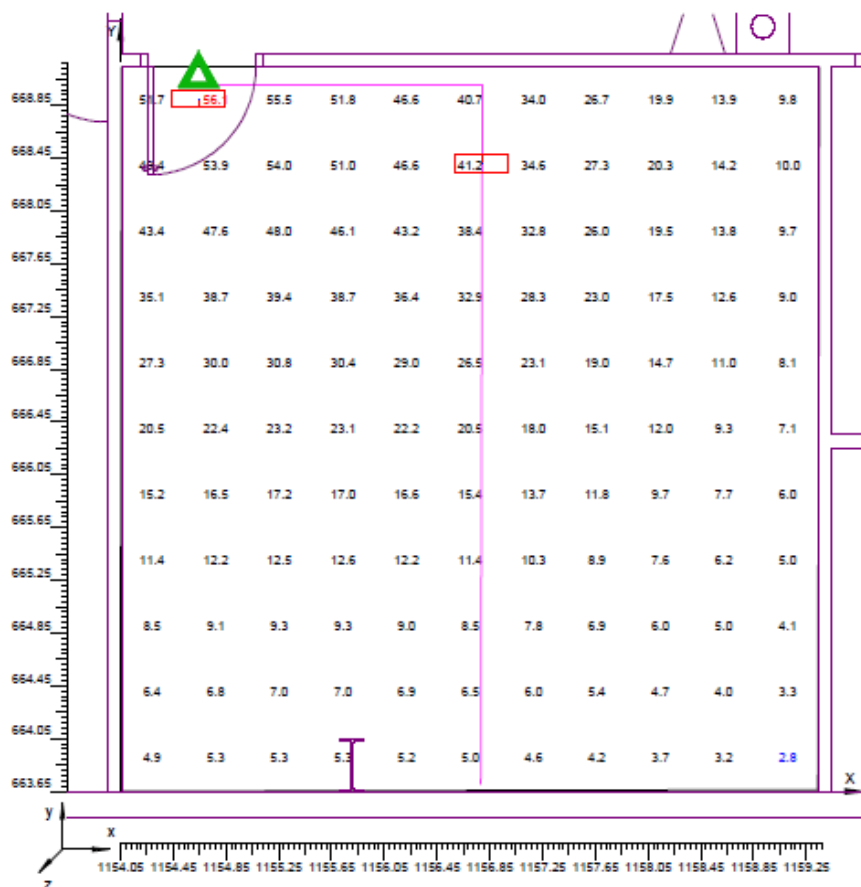


Figura 3.4.5.2.5.1 – Resumen de los resultados para la zona de la oficina

### 3.4.5.1.6 Sala de Juntas

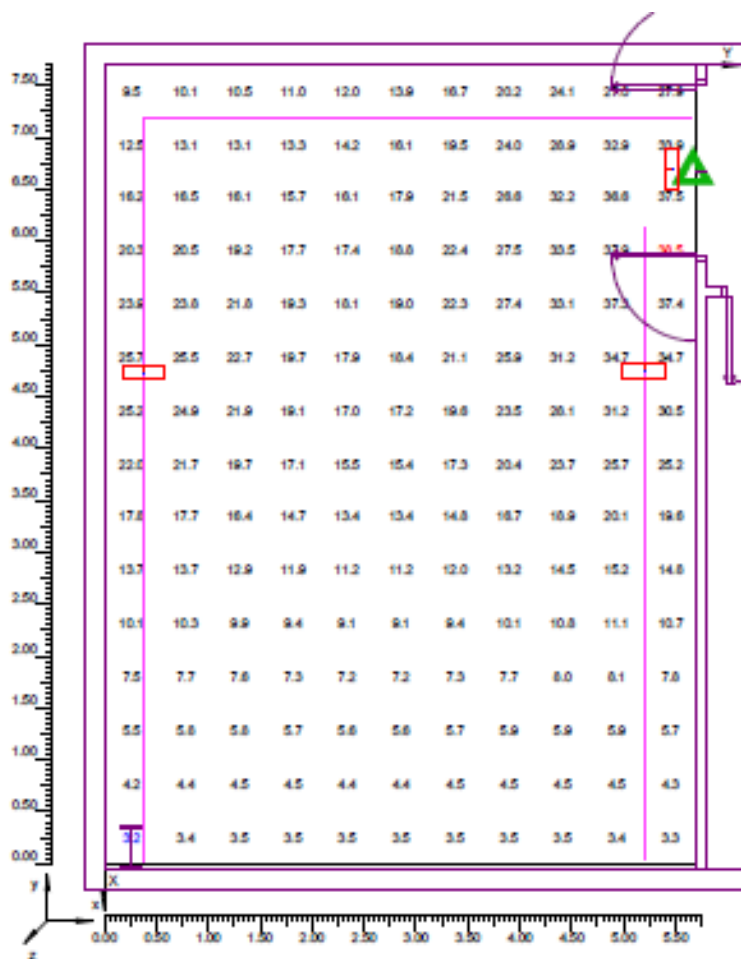


Figura 3.4.5.1.6.1 – Resumen de los resultados para la zona de la sala de juntas

**TÍTULO: PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL  
DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO**

---

## **ANEXO V: INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA  
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N  
15405 – FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE DE 2015**

**AUTOR: LUCÍA VIGO PICO**

Fdo.: Lucía Vigo Pico

## **ÍNDICE DEL ANEXO V: INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

<b>3.5.1 OBJETO DEL ANEXO.....</b>	<b>5</b>
<b>3.5.2 EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y CARACTERÍSTICAS .....</b>	<b>5</b>
<b>3.5.3 CONSIDERACIONES GENERALES.....</b>	<b>5</b>
<b>3.5.4 CLASIFICACIÓN DEL LOCAL.....</b>	<b>6</b>
<b>3.5.5 DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA A INSTALAR.....</b>	<b>7</b>
<b>3.5.6 PREVISIÓN DE CARGAS .....</b>	<b>8</b>
<b>3.5.7 CUADROS ELÉCTRICOS.....</b>	<b>16</b>
<b>3.5.8 CUADRO GENERAL PRINCIPAL.....</b>	<b>17</b>
<b>3.5.9 CUADROS SECUNDARIOS.....</b>	<b>18</b>
<b>3.5.9.1 Cuadros de Alumbrado .....</b>	<b>18</b>
<b>3.5.9.1.1 Cuadro Secundario de Alumbrado 1.....</b>	<b>18</b>
<b>3.5.9.1.2 Cuadro Secundario de Alumbrado 2.....</b>	<b>19</b>
<b>3.5.9.1.3 Cuadro Secundario de Alumbrado 3.....</b>	<b>20</b>
<b>3.5.9.2 Cuadro de Alumbrado de Emergencia .....</b>	<b>21</b>
<b>3.5.9.3 Cuadros de Fuerza .....</b>	<b>21</b>
<b>3.5.9.3.1 Cuadro Secundario de Fuerza 1 .....</b>	<b>22</b>
<b>3.5.9.3.2 Cuadro Secundario de Fuerza 2 .....</b>	<b>22</b>
<b>3.5.9.3.3 Cuadro Secundario de Fuerza 3 .....</b>	<b>23</b>
<b>3.5.9.3.4 Cuadro Secundario de Fuerza 4 .....</b>	<b>24</b>
<b>3.5.9.3.5 Cuadro Secundario de Fuerza 5 .....</b>	<b>25</b>

3.5.9.3.5 Cuadro Secundario de Fuerza 6 .....	25
3.5.10 LÍNEAS.....	26
3.5.10.1 Líneas de Alumbrado.....	26
3.5.10.1.1 Línea a C.S.A.1 .....	26
3.5.10.1.2 Línea a C.S.A.2.....	27
3.5.10.1.3 Línea a C.S.A.3 .....	27
3.5.10.2 Línea de Alumbrado de Emergencia .....	28
3.5.10.3 Líneas de Fuerza.....	28
3.5.10.3.1 Línea a C.S.F.1 .....	28
3.5.10.3.2 Línea a C.S.F.2 .....	29
3.5.10.3.3 Línea a C.S.F.3 .....	30
3.5.10.3.4 Línea a C.S.F.4 .....	30
3.5.10.3.5 Línea a C.S.F.5 .....	31
3.5.10.3.5 Línea a C.S.F.6 .....	32
3.5.11 CONDUCTORES Y TUBOS DE PROTECCIÓN .....	32
3.5.12 PROTECCIONES .....	35
3.5.12.1 Protección contra sobreintensidades .....	35
3.5.12.2 Protección contra sobretensiones .....	37
3.5.12.3 Protección contra contactos directos .....	38
3.5.12.4 Protección contra contactos indirectos .....	39
3.5.13 INSTALACIÓN DE FUERZA .....	40



3.5.13.1 Maquinaria .....	40
3.5.13.2 Bases de enchufe .....	40
3.5.14 DEFINICIÓN DE P.A.T. ....	41
3.5.14.1 Puesta a tierra .....	42
3.5.14.2 Terreno.....	42
3.5.14.3 Tomas de tierra .....	44
3.5.14.4 Conductores de tierra.....	45
3.5.14.5 Conductores de protección .....	45
3.5.14.6 Conductores de equipotencialidad .....	47
3.5.14.7 Resistencia de las tomas de tierra .....	47
3.5.14.8 Revisión de las tomas de tierra .....	47
3.5.14.9 Instalación de la toma de tierra .....	47
3.5.15 BATERÍA DE CONDENSADORES .....	48
3.5.16 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE BAJA TENSIÓN.....	49
3.5.16.1 Previsión de cargas .....	50
3.5.16.1.1 Previsión de cargas para Líneas de Alumbrado .....	50
3.5.16.1.2 Previsión de cargas para Líneas de Alumbrado de Emergencia... ..	50
3.5.16.1.3 Previsión de cargas para Líneas de Fuerza .....	50
3.5.16.1.4 Tablas completas.....	50
3.5.16.2 Cálculo de las líneas y tubos por criterio de Intensidad Máxima	50
3.5.16.3 Cálculo de las líneas por Caída de Tensión Máxima Admisible	52

<b>3.5.16.4 Cálculo de las líneas por Energía Pasante .....</b>	<b>56</b>
<b>3.5.16.5 Cálculo de las corrientes de cortocircuito.....</b>	<b>56</b>
<b>3.5.16.5.1 Corrientes de cortocircuito en el C.G.P. ....</b>	<b>56</b>
<b>3.5.16.5.1.1 Corrientes de cortocircuito en el C.G.A.....</b>	<b>57</b>
<b>3.5.16.5.1.2 Corrientes de cortocircuito en el C.G.F .....</b>	<b>57</b>
<b>3.5.16.5.2 Corrientes de cortocircuito en los cuadros secundarios..</b>	<b>58</b>
<b>3.5.16.6 Cálculo de las protecciones .....</b>	<b>63</b>
<b>3.5.16.6.1 Cálculo de los interruptores automáticos.....</b>	<b>63</b>
<b>3.5.16.6.1.1 Protección frente a sobrecargas.....</b>	<b>64</b>
<b>3.5.16.6.1.2 Protección frente a cortocircuitos .....</b>	<b>65</b>
<b>3.5.16.6.2 Cálculo de los diferenciales .....</b>	<b>65</b>
<b>3.5.17 HOJAS DE CÁLCULO (TABLAS DE EXCEL).....</b>	<b>65</b>
<b>3.5.17.1 Tablas de previsión de cargas de alumbrado y alumbrado de emergencia .....</b>	<b>66</b>
<b>3.5.17.2 Tablas de previsión de cargas de fuerza .....</b>	<b>69</b>
<b>3.5.17.3 Tabla de secciones de la acometida .....</b>	<b>72</b>
<b>3.5.17.4 Tabla de secciones del Cuadro General Principal .....</b>	<b>73</b>
<b>3.5.17.5 Tablas de secciones de alumbrado.....</b>	<b>74</b>
<b>3.5.17.6 Tablas de secciones de alumbrado de emergencia.....</b>	<b>76</b>
<b>3.5.17.7 Tablas de secciones de fuerza .....</b>	<b>87</b>
<b>3.5.17.8 Tabla de secciones de la batería de condensadores.....</b>	<b>80</b>
<b>3.5.18 CÁLCULO DE LA BATERÍA DE CONDENSADORES .....</b>	<b>80</b>

### **3.5.1 OBJETO DEL ANEXO.**

En la nave industrial objeto del presente trabajo tienen lugar una serie de actividades productivas que demandan gran cantidad de energía eléctrica. Se consideran las máquinas eléctricas que intervienen directamente en el proceso productivo de la empresa, el servicio de fuerza que se prevé que será necesario en cada zona de la nave industrial y los consumos de alumbrado necesarios para el trabajo en el interior del recinto. Por todo ello es necesario desarrollar un trabajo de la instalación eléctrica de esta industria donde se calculen sus parámetros y se reflejen sus características a fin de dimensionar correctamente cada elemento, y que el conjunto de la instalación, una vez realizada, sea lo más fiable y económica posible.

Para el diseño de dicha instalación eléctrica se ha seguido el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (REBT) RD 842/2002, el Código Técnico de la Edificación (CTE) y todas las normas UNE que le son de aplicación.

### **3.5.2 EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA Y CARACTERÍSTICAS.**

El suministro eléctrico será realizado por la empresa GAS NATURAL FENOSA, empresa suministradora de la zona. El cliente, según circunstancias, debido a la liberalización del mercado de la energía eléctrica podrá negociar con otra empresa comercializadora el coste de la misma.

### **3.5.3 CONSIDERACIONES GENERALES.**

La instalación eléctrica objeto del presente trabajo, estará constituida por un Cuadro General Principal de Baja Tensión (C.G.P.) de la nave, y desde él se distribuirán las líneas a los diferentes cuadros secundarios repartidos por la instalación.

El consumo en baja tensión (B.T.), se realizará a 400 V de tensión compuesta y se distribuirá por medio de 3 fases y un conductor de neutro.

La instalación será realizada por un Instalador Autorizado y en posesión del Certificado de Instalador Electricista, expedido por la Delegación Provincial de Industria y Energía, ateniéndose en todo momento al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión del Ministerio de Industria y las normas establecidas por la empresa suministradora.

La potencia eléctrica total que demandará la instalación será la que resulte de aplicar a la potencia total instalada unos coeficientes que vendrán determinados bien por Normativa, bien por estudios o auditorías de consumos de energía eléctrica que se hayan realizado anteriormente en instalaciones semejantes durante periodos de tiempo significativos que abarquen la totalidad del proceso productivo, o simplemente por las experiencias previas del Proyectista a la hora de dimensionar la potencia eléctrica instalada en industrias similares a la proyectada.

Los coeficientes a los que se hace referencia anteriormente son los que se definen a continuación:

- a) Coeficiente de simultaneidad ( $k_S$ ). Este parámetro dará una idea de la no coincidencia temporal en la demanda de potencia de las cargas.
- b) Coeficiente de utilización ( $k_U$ ). Este factor tendrá en cuenta el hecho de que durante su funcionamiento, una carga puede demandar una potencia inferior a su potencia nominal; este factor considerará la relación Potencia consumida/Potencia nominal.

La demanda máxima de potencia que se ha de prever vendrá dada por la suma de las potencias instaladas de los diferentes circuitos eléctricos que componen la instalación, afectadas por los anteriores coeficientes que les fuesen de aplicación.

### **3.5.4 CLASIFICACIÓN DEL LOCAL.**

De acuerdo con la instrucción ITC-BT-29 (Instrucción Técnica Complementaria de Baja Tensión), se considera que la actividad a desarrollar posee riesgo de incendio al manipularse material inflamable (pinturas, barnices,...) en el caso de producirse un arco eléctrico, chispas, etc., por defectos de la instalación.

El material eléctrico utilizado deberá por tanto, ofrecer una estanqueidad adecuada para limitar estos riesgos.

De acuerdo con esta norma y según el punto 4.1 de dicha Instrucción, se clasifica nuestra instalación como emplazamiento de clase I, que comprenden aquellos en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables; se incluyen en esta clase los lugares en los que hay o puede haber líquidos inflamables.

Toda la instalación eléctrica se hará de acuerdo con el citado Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, Real Decreto 842/2002, Normas particulares para instalaciones de enlace de la Empresa Suministradora y Normas UNE de cumplimiento para instalaciones eléctricas.

La empresa suministradora de la energía eléctrica será GAS NATURAL FENOSA.

### 3.5.5 DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA A INSTALAR.

En el anexo referente a la parte de fuerza se muestran y se detallan los datos técnicos en cuanto a consumo de todas y cada una de las máquinas del taller, para poder hacer el cálculo de la instalación eléctrica.

Según la norma *ITC-BT-47, Apartado 6*, en los motores cuya potencia sea superior a 0.75 KW, llevarán mecanismos de arranque y protección que no permitan que la relación de corriente entre el periodo de arranque y el de marcha normal correspondiente a su plena carga, sea superior a los valores máximos indicados en la siguiente tabla:

MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA		MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA	
Potencia nominal del motor	Constante máxima (Ia/Ic)	Potencia nominal del motor	Constante máxima (Ia/Ic)
De 0,75 a 1,5 KW	2,5	De 0,75 a 1,5 KW	4,5
De 1,5 a 5 KW	2,0	De 1,5 a 5 KW	3,0

De 5 a 15 KW	1,5	De 5 a 15 KW	2,0
		De más de 15KW	1,5

Tabla 3.5.5.1

En la que:

- Ia: Intensidad de corriente de arranque.
- Ic: Intensidad de corriente a plena carga.

Todos los motores considerados para el presente trabajo que superen los 3 KW dispondrán de un sistema de arranque estrella-triángulo, que reducirá considerablemente la intensidad necesaria para el arranque. Se instalará en todos los motores un relé térmico en el arrancador.

Las principales máquinas de las que dispondrá la empresa y sus características son:

Máquina	Ubicación	Unidades	Intensidad	P.unit (Kw)
Puente Grúa	Taller	2	17,591	7,5
Dobladora	Taller	3	9,021	4
Compresor	Taller	1	3,383	1,5
Cizalla	Taller	1	4,962	2,2
Estribadora	Taller	1	33,829	15
Ensambladora	Taller	1	9,021	4
Motor Portalón	Taller	2	2,255	1
Bomba de calor	Taller	1	11,77	5,22
Ventilador	Taller	2	1,69	0,75
Fan Coil	Oficinas	2	3,39	0,5

Tabla 3.5.5.2 – Principales máquinas

### 3.5.6 PREVISIÓN DE CARGAS.

Con objeto de determinar la potencia a instalar en la nave hacemos a continuación la previsión de cargas, después de realizado el estudio del alumbrado, de la maquinaria instalada y de las tomas de corriente, según se

describe en los planos que forman parte de este trabajo, tal y como se puede ver en el apartado de cálculos.

La instalación consta de un Cuadro General con una Protección general y protecciones para los Cuadros Secundarios (todos los cuadros serán de superficie y contarán con espacio suficiente para posibles ampliaciones).

Alimenta a cuatro (4) Cuadros Secundarios con circuitos de Fuerza, tres (4) Cuadros Secundarios con circuitos de Alumbrado, (1) Cuadro Secundario con circuitos de Alumbrado de Emergencia y (1) Cuadro de Alumbrado Exterior, separados como puede verse en los esquemas unifilares y anexos detallados a continuación.

#### **Disposición de las cargas según las fases y coeficientes de simultaneidad.**

Tanto el alumbrado como la fuerza, se repartirán entre las fases de manera que el conjunto del sistema quede lo más equilibrado posible. Asimismo, el alumbrado de las zonas en las que exista maquinaria de tipo rotativo, las luminarias se repartirán entre las fases trasponiendo las fases, de manera que disminuya el efecto estroboscópico que da la sensación que un elemento rotativo gire más deprisa o más lento que su velocidad real, incluso llegando a parecer que se encuentra inmóvil.

En Fuerza se dispondrán coeficientes de simultaneidad, no así en Alumbrado, ya que hay momentos en los cuales se demanda su totalidad.

**Cuadro General Principal:**

<b>C.G.P.</b>	<b>Fase</b>	<b>F.d.p</b>	<b>F c</b>	<b>Pabsor(KW)</b>
<b>C.S.A.1</b>	R, S, T	0,9	1	15,332
<b>C.S.A.2</b>	R, S, T	0,9	1	1,630
<b>C.S.A.3</b>	R, S, T	0,9	1	1,717
<b>C.S.A.Emer.</b>	R, S, T	0,9	1	1,194
<b>C.S.F.1</b>	R, S, T	0,8	1	8,243
<b>C.S.F.2</b>	R, S, T	0,8	1	6,439
<b>C.S.F.3</b>	R, S, T	0,8	1	51,015
<b>C.S.F.4</b>	R, S, T	0,8	1	56,760
<b>C.S.F.5</b>	R, S, T	0,8	1	9,421
<b>C.S.F.6</b>	R, S, T	0,8	1	9,650

Tabla 3.5.6.1 – Cuadro General Principal



**Cuadros Secundarios:****❖ Alumbrado:**

C.S.A.1	Alumbrado Planta Baja	Fase	P(W)	Núm.	F.c.	F.d.p	P total(Kw)
L.A - 1.1	Taller	R	433	3	1,8	0,9	2,104
L.A - 1.2	Taller	S	433	2	1,8	0,9	1,403
L.A - 1.3	Taller	T	433	3	1,8	0,9	2,104
L.A - 1.4	Luces Exterior	R	250	2	1,8	0,9	0,810
L.A - 1.5	Luces Exterior	S	250	2	1,8	0,9	0,810
L.A - 1.6	Luces Exterior	T	433	2	1,8	0,9	0,810
L.A - 1.7	Luces Exterior	R	250	2	1,8	0,9	0,810
L.A - 1.8	Luces Exterior	S	250	2	1,8	0,9	0,810
L.A - 1.9	Luces Exterior	T	250	2	1,8	0,9	0,810
L.A -1.10	Luces Exterior	R	250	2	1,8	0,9	0,810
L.A -1.11	Luces Exterior	S	433	2	1,8	0,9	0,810
L.A -1.12	Luces Exterior	T	250	2	1,8	0,9	0,810
L.A -1.13	Luces Exterior	R	250	2	1,8	0,9	0,810
L.A -1.14	Luces Exterior	S	250	2	1,8	0,9	0,810
L.A -1.15	Luces Exterior	T	250	2	1,8	0,9	0,810
<b>P.tot</b>							<b>15,332</b>

Tabla 3.5.6.2 - Cuadro Secundario Alumbrado 1

C.S.A.2	Alumbrado Planta Baja	Fase	P(W)	Núm.	F.c.	F.d.p	P total(Kw)
L.A - 2.1	Recepción	R	13	18	1,8	0,9	0,379
L.A - 2.2	Pasillo Vestuarios	S	23	2	1,8	0,9	0,075
L.A - 2.3	Aseo Femenino	T	46	1	1,8	0,9	0,075
L.A - 2.4	Aseo Masculino	S	46	1	1,8	0,9	0,075
L.A - 2.5	Vestuario Masculino	R	36	8	1,8	0,9	0,467
L.A - 2.6	Vestuario Femenino	T	36	8	1,8	0,9	0,467
L.A - 2.7	Escaleras	T	13	4	1,8	0,9	0,084
<b>P.tot</b>							<b>1,620</b>

Tabla 3.5.6.3 - Cuadro Secundario Alumbrado 2

C.S.A.3	Alumbrado Planta Baja	Fase	P(W)	Núm.	F.c.	F.d.p	P total(Kw)
L.A - 3.1	Sala de Juntas	S	77	6	1,8	0,9	0,748
L.A - 3.2	Oficina administrativa	S	55	6	1,8	0,9	0,535
L.A - 3.3	Sala de Limpieza	S	46	1	1,8	0,9	0,075
L.A - 3.4	Aseo Masculino	R	46	1	1,8	0,9	0,075
L.A - 3.5	Aseo Femenino	S	46	1	1,8	0,9	0,075
L.A - 3.6	Pasillo	T	13	10	1,8	0,9	0,211
<b>P.tot</b>							<b>1,717</b>

Tabla 3.5.6.4 - Cuadro Secundario Alumbrado 3

❖ **Alumbrado de Emergencia:**

C.S.A.EM	Zona	Fase	P(W)	Núm.	F.c.	F.d.p	P total(Kw)
C.S.A.EM	Planta Baja	R	11	7	1,8	0,9	0,125
C.S.A.EM	Planta Baja	S	11	3	1,8	0,9	0,053
C.S.A.EM	Planta Baja	T	11	5	1,8	0,9	0,089
C.S.A.EM	Planta Baja (Taller)	R	11	12	1,8	0,9	0,214
C.S.A.EM	Planta Baja (Taller)	S	11	12	1,8	0,9	0,214
C.S.A.EM	Planta Baja (Taller)	T	11	13	1,8	0,9	0,232
C.S.A.EM	Entreplanta	R	11	1	1,8	0,9	0,018
C.S.A.EM	Entreplanta	S	11	7	1,8	0,9	0,125
C.S.A.EM	Entreplanta	T	11	7	1,8	0,9	0,125
<b>P.tot</b>							<b>1,194</b>

Tabla 3.5.6.5 - Cuadro Secundario Alumbrado Emergencia

❖ **Fuerza:**

C.S.F.1	Fuerza Planta Baja	Fase	F.d.p	Pabsor(KW)	F c	Preal(KW)
L.F-1.1	Vestuario Masc.	R	0,8	11,776	0,2	2,355
L.F-1.2	Vestuario Fem.	T	0,8	11,776	0,2	2,355
L.F-1.3	Pasillo Vestuario	T	0,8	2,944	0,2	0,589
L.F-1.4	Recepción	R	0,8	8,832	0,2	1,766
L.F-1.5	Aseo Feme.	T	0,8	2,944	0,2	0,589
L.F-1.6	Aseo Masc.	S	0,8	2,944	0,2	0,589
<b>TOTAL</b>				<b>41,216</b>		<b>8,243</b>

Tabla 3.5.6.6 - Cuadro Secundario Fuerza 1

C.S.F.2	Fuerza Ascensor	Fase	F.d.p	Pabsor(KW)	F c	Preal(KW)
L.F-2.1	Motor Ascensor	R, S, T	1,3	4,500	1,3	5,850
L.F-2.2	Tomas monofásicas	R	0,2	2,944	0,2	0,589
	<b>TOTAL</b>			<b>7,444</b>		<b>6,439</b>

Tabla 3.5.6.7 - Cuadro Secundario Fuerza 2

C.S.F.3	Fuerza Taller	Fase	F.d.p	Pabsor(KW)	F c	Preal(KW)
L.F-3.1	T.C.C.	R, S, T	0,8	35,400	0,2	7,080
L.F-3.2	T.C.C.	R, S, T	0,8	35,400	0,2	7,080
L.F-3.3	Tomas monofásicas	R	0,8	11,776	0,2	2,355
L.F-3.4	Puente Grúa	R, S, T	0,8	7,500	1,3	9,750
L.F-3.5	Dobladora	R, S, T	0,8	4,000	1,25	5,000
L.F-3.6	Dobladora	R, S, T	0,8	4,000	1,25	5,000
L.F-3.7	Dobladora	R, S, T	0,8	4,000	1,25	5,000
L.F-3.8	Puente grúa	R, S, T	0,8	7,500	1,3	9,750
	<b>TOTAL</b>			<b>109,576</b>		<b>51,015</b>

Tabla 3.5.6.8 - Cuadro Secundario Fuerza 3

C.S.F.4	Fuerza Taller	Fase	F.d.p	Pabsor(KW)	F c	Preal(KW)
L.F- 4.1	T.C.C.	R, S, T	0,8	70,800	0,2	14,160
L.F- 4.2	T.C.C.	R, S, T	0,8	53,100	0,2	10,620
L.F- 4.3	Tomas monofásicas	T	0,8	11,776	0,2	2,355
L.F- 4.4	Compresor	R, S, T	0,8	1,500	1,25	1,875
L.F- 4.5	Cizalla	R, S, T	0,8	2,200	1,25	2,750
L.F- 4.6	Estribadora	R, S, T	0,8	15,000	1,25	18,750
L.F- 4.7	Ensambladora	R, S, T	0,8	4,000	1,25	5,000
L.F- 4.8	Motor Portalón	R, S, T	0,8	1,000	1,25	1,250
<b>TOTAL</b>				<b>159,377</b>		<b>56,760</b>

Tabla 3.5.6.9 - Cuadro Secundario Fuerza 4

C.S.F.5	Fuerza Entreplanta	Fase	F.d.p	Pabsor(KW)	F c	Preal(KW)
L.F- 5.1	Sala de Juntas	S	0,8	14,720	0,2	2,944
L.F- 5.2	Oficina Administrativa	S	0,8	14,720	0,2	2,944
L.F- 5.3	Aseo Femenino	S	0,8	2,944	0,2	0,589
L.F- 5.4	Aseo Masculino	R	0,8	2,944	0,2	0,589
L.F- 5.5	Sala de Limpieza	S	0,8	2,944	0,2	0,589
L.F- 5.6	Pasillo	T	0,8	8,832	0,2	1,766
<b>TOTAL</b>				<b>47,104</b>		<b>9,421</b>

Tabla 3.5.6.10 - Cuadro Secundario Fuerza 5

C.S.F.6	Fuerza Ventilación y Climatización	Fase	F.d.p	Pabsor(KW)	F c	Preal(KW)
L.F- 6.1	Bomba de calor	R,S,T	0,8	5,220	1,25	6,525
L.F- 6.2	Ventilador	R,S,T	0,8	0,750	1,25	0,938
L.F- 6.3	Ventilador	R,S,T	0,8	0,750	1,25	0,938
L.F- 6.4	Fan Coil	R	0,8	0,500	1,25	0,625
L.F- 6.5	Fan Coil	S	0,8	0,500	1,25	0,625
	<b>TOTAL</b>			<b>7,720</b>		<b>9,650</b>

Tabla 3.5.6.11 - Cuadro Secundario Fuerza 6

### 3.5.7 CUADROS ELÉCTRICOS.

Los cuadros eléctricos cumplirán con lo establecido en la *ITC-BT-17*.

- **Situación.**

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local, y lo más próximos posible a la puerta de acceso.

La altura mínima a la cual se situarán los dispositivos generales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, será de 1 metro.

- **Composición y características de los cuadros.**

Los dispositivos generales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se ubicarán en el interior de los cuadros de distribución, de donde partirán los circuitos interiores.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas *UNE-20451* y *UNE-EN-60439-3* con un grado de protección mínimo IP 30 según *UNE 20324* e IK07 según *UNE-EN 500102*.

Los dispositivos generales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte unipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivos de corte unipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores del local.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según *ITC-BT-23* si fuese necesario.

En nuestro caso, al ser la línea de distribución de la compañía suministradora se dispondrá de una protección contra sobretensiones transitorias.

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos.

En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Según la tarifa a aplicar, el cuadro deberá prever la instalación de los mecanismos de control necesarios por exigencia de la aplicación de esa tarifa.

Los cuadros de protección estarán ubicados según se refleja en los planos de la documentación gráfica.

Cerca de cada uno de los interruptores se colocará una placa indicativa del circuito al que pertenecen. Los cuadros a montar serán los que a continuación se especifican con la siguiente aparamenta de mando y protección.

### **3.5.8 CUADRO GENERAL PRINCIPAL.**

Estará situado donde se indica en los planos y de él partirán las líneas de

alumbrado y fuerza de toda la nave. Será un cuadro de la marca Merlin Gerin, serie Prisma P, o equivalente, de montaje en superficie, fabricado en chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy + poliéster. Contendrá un borne para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra.

Alojará la siguiente aparamenta, como se ve en el correspondiente esquema:

- 1 interruptor magneto térmico en caja moldeada y corte tetrapolar con un calibre de 4x320A y un poder de corte de 20 kA.
- 1 interruptor en caja moldeada, con bloque diferencial tipo Vigi, de sensibilidad 300mA y corte tetrapolar con un calibre de 4x250A.
- 1 interruptor en caja moldeada, con bloque diferencial tipo Vigi, de sensibilidad 300mA y de corte tetrapolar con un calibre de 4x160A.
- 1 interruptores automáticos (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x50A.
- 1 interruptor diferencial de sensibilidad 300mA y de corte tetrapolar con un calibre de 63A.

### **3.5.9 CUADROS SECUNDARIOS.**

#### **3.5.9.1 Cuadros de Alumbrado.**

Los cuadros secundarios de alumbrado serán de la casa Merlin Gerin, serie Pragma D y Pragma F de montaje en superficie y empotrado, o equivalente, ambos de material auto-extinguible, según norma CEI 69521, con un índice de protección IP 40 e IK 07. Se distribuirán según los esquemas unifilares descritos en los planos.

##### **3.5.9.1.1 Cuadro Secundario de Alumbrado 1.**

Su situación es la marcada en el plano de alumbrado de la planta baja, donde viene definido por las iniciales C.S.A.1, destinado a la alimentación y protección del Taller y de las Luces del Exterior.



El cuadro será de material aislante auto-extinguible. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas.

Esta aparamenta es la siguiente:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x40A y poder de corte 6kA.
- 2 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x32A.
- 1 interruptor automático (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x25A.
- 2 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x40A.
- 1 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25A.
- 2 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar con un calibre de 2x16A.
- 13 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar con un calibre de 2x10A.

#### **3.5.9.1.2 Cuadro Secundario de Alumbrado 2.**

Su situación es la marcada en el plano de alumbrado de la planta baja, donde viene definido por las iniciales C.S.A.2, destinado a la alimentación y protección de la Recepción, Pasillo Vestuarios, Aseo Femenino, Aseo Masculino, Vestuario Masculino, Vestuario Femenino, Escaleras.

El cuadro será de material aislante auto-extinguible. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas.

Esta aparamenta es la siguiente:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x20A y poder de corte 6kA.
- 3 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16A.
- 3 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25A.
- 7 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x10A.

#### **3.5.9.1.3 Cuadro Secundario de Alumbrado 3.**

Su situación es la marcada en el plano de alumbrado de la planta baja, donde viene definido por las iniciales C.S.A.3, destinado a la alimentación y protección de la Sala de Juntas, Oficina Administrativa, Sala de Limpieza, Aseo Masculino, Aseo Femenino, Pasillo.

El cuadro será de material aislante auto-extinguible. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas.

Esta aparamenta es la siguiente:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x20A y poder de corte 6kA.
- 2 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x10A.
- 1 interruptor automático (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16A.
- 3 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25A.
- 4 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x10A.

### **3.5.9.2 Cuadro de Alumbrado de Emergencia.**

El cuadro secundario de alumbrado de emergencia será de la casa Merlin Gerin, serie Pragma D de montaje en superficie y de material auto-extinguible, o equivalente, según norma CEI 69521, con un índice de protección IP 40 e IK 07. Situado en el taller de reparación, se distribuirá según los esquemas unifilares descritos en los planos.

Su situación es la marcada en el plano de alumbrado de la planta baja, donde viene definido por las iniciales C.S.A.E, destinado a la alimentación y protección del alumbrado de emergencia de todas las dependencias de la nave, agrupadas en 3 zonas: zona administrativa planta baja, zona administrativa entreplanta y zona de taller.

El cuadro será estanco al polvo, de chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy + poliéster. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas.

Esta aparamenta es la siguiente:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x20A y poder de corte 6kA.
- 3 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16A.
- 3 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25A.
- 9 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x10A.

### **3.5.9.3 Cuadros de Fuerza.**

Los cuadros secundarios de fuerza serán de la casa Merlin Gerin, serie Pragma F de montaje en empotrado, o equivalente, para las zonas administrativas de la planta baja y entreplanta, y serie Prisma G, o equivalente, para la zona de taller, ambos de material auto-extinguible, según

norma CEI 69521, con un índice de protección IP 40 e IK 07. Se distribuirán según los esquemas unifilares descritos en los planos.

#### **3.5.9.3.1 Cuadro Secundario de Fuerza 1.**

Su situación es la marcada en el plano de fuerza de la planta baja, donde viene definido por las iniciales C.S.F.1, destinado a la alimentación y protección de las tomas de corriente de Vestuario Masculino, Vestuario Femenino, Pasillo Vestuarios, Recepción, Aseo Femenino, Aseo Masculino.

El cuadro será de material aislante auto-extinguible. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas.

Esta aparamenta es la siguiente:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x32A y poder de corte 6kA.
- 2 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x25A.
- 1 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16A.
- 3 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25A.
- 5 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16A.

#### **3.5.9.3.2 Cuadro Secundario de Fuerza 2.**

Su situación es la marcada en el plano de fuerza de la planta baja, donde viene definido por las iniciales C.S.F.2, destinado a la alimentación y protección del Ascensor.

Esta aparamenta es la siguiente:

- 1 interruptor magneto térmico en caja moldeada y corte tetrapolar, con un calibre de 4x20A y poder de corte 6kA.
- 1 interruptor automático (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16A.
- 1 interruptores automáticos (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x16A.
- 1 interruptor diferencial (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25A.
- 1 interruptore diferencial (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte tetrapolar, con un calibre de 4x25A.

#### **3.5.9.3.3 Cuadro Secundario de Fuerza 3.**

Su situación es la marcada en el plano de fuerza de la planta baja, donde viene definido por las iniciales C.S.F.3, destinado a la alimentación y protección de la de las Tomas de Corriente Combinada del Taller y de la maquinaria de la zona de taller, del cual partirán las líneas de alimentación a las máquinas repartidas por el taller y al compresor.

El cuadro será de material aislante auto-extinguible. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas.

Esta aparamenta es la siguiente:

- 1 interruptor magneto térmico en caja moldeada y corte tetrapolar, con un calibre de 4x125A y poder de corte 10kA.
- 1 interruptor automático (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16A.
- 2 interruptores automáticos (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x32A.
- 2 interruptores automáticos (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x20A.

- 3 interruptores automáticos (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x10A.
- 6 interruptor diferencial (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25A.
- 2 interruptore diferenciale (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte tetrapolar, con un calibre de 4x40A.

#### **3.5.9.3.4 Cuadro Secundario de Fuerza 4.**

Su situación es la marcada en el plano de fuerza de la planta baja, donde viene definido por las iniciales C.S.F.4, destinado a la alimentación y protección de las Tomas de Corriente Combinada del Taller y de la maquinaria de la zona del taller del cual partirán las líneas de alimentación a las máquinas repartidas por el taller y al compresor.

El cuadro será de material aislante auto-extinguible. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas.

Esta aparamenta es la siguiente:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x125A y poder de corte 10kA.
- 1 interruptor automático (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16A.
- 2 interruptor automático (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x32A.
- 5 interruptor automático (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x10A.
- 1 interruptor diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25A.

- 2 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte tetrapolar, con un calibre de 4x40A.
- 5 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte tetrapolar, con un calibre de 4x25A.

#### **3.5.9.3.5 Cuadro Secundario de Fuerza 5.**

Su situación es la marcada en el plano de fuerza de la entreplanta, donde viene definido por las iniciales C.S.F.5, destinado a la alimentación y protección de la zona administrativa de la entreplanta, del cual partirán las líneas de alimentación a las tomas monofásicas a la Sala de Juntas, Oficina Administrativa, Aseo Femenino, Aseo Masculino, Sala de Limpieza, Pasillo.

El cuadro será de material aislante auto-extinguible. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas.

Esta aparamenta es la siguiente:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x50A y poder de corte 6kA.
- 2 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16A.
- 1 interruptor automático (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x40A.
- 2 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25A.
- 1 interruptor diferencial (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x40A.

#### **3.5.9.3.6 Cuadro Secundario de Fuerza 6.**

Su situación es la marcada en el plano de fuerza de la entreplanta, donde viene definido por las iniciales C.S.F.6, destinado a la alimentación de la climatización

y ventilación.

El cuadro será de material aislante auto-extinguible. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas.

- 1 interruptor magneto térmico en caja moldeada y corte tetrapolar, con un calibre de 4x25A y poder de corte 20kA.
- 2 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16A.
- 3 interruptores automáticos (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x16A.
- 2 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25A.
- 3 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30mA) y corte tetrapolar, con un calibre de 4x25A.

### **3.5.10 LÍNEAS.**

#### **3.5.10.1 Líneas de Alumbrado.**

##### **3.5.10.1.1 Línea a C.S.A.1.**

Se trata de una línea en montaje bajo tubo, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3*. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

- Tensión de servicio: 400V.
- Nivel de aislamiento: RV 0,6/1kV.
- Longitud de la línea: 8 m.
- Potencia de cálculo: 15,332 kW.
- Cos  $\varphi$ : 0,9



- Intensidad: 24,589 A.
- Caída de tensión: 0,1867%

Elegimos una terna de cables unipolares de sección  $4 \times (1 \times 6 \text{ mm}^2) + \text{TT}$  que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, de la marca Prysmian, modelo Afumex 1000 V Iris Tech (AS), o equivalente. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x40A.

#### **3.5.10.1.2 Línea a C.S.A.2.**

Se trata de una línea en montaje bajo tubo, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3*. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

- Tensión de servicio: 400V.
- Nivel de aislamiento: RV 0,6/1kV.
- Longitud de la línea: 9 m.
- Potencia de cálculo: 1,630 kW.
- $\cos \varphi$ : 0,9.
- Intensidad: 2,614 A.
- Caída de tensión: 0,0933 %

Elegimos una terna de cables unipolares de sección  $4 \times (1 \times 2,5 \text{ mm}^2) + \text{TT}$  que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, de la marca Prysmian, modelo Afumex 1000 V Iris Tech (AS), o equivalente. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x20.

#### **3.5.10.1.3 Línea a C.S.A.3.**

Se trata de una línea en montaje bajo tubo, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3*. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

- Tensión de servicio: 400V.
- Nivel de aislamiento: RV 0,6/1kV.

- Longitud de la línea: 13 m.
- Potencia de cálculo: 1,717 kW.
- $\cos \varphi$ : 0,9.
- Intensidad: 2,754 A.
- Caída de tensión: 0,1420%

Elegimos una terna de cables unipolares de sección  $4 \times (1 \times 2,5 \text{ mm}^2) + \text{TT}$  que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, de la marca Prysmian, modelo Afumex 1000 V Iris Tech (AS), o equivalente. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x20A.

### **3.5.10.2 Línea de Alumbrado de Emergencia.**

Se trata de una línea en montaje bajo tubo, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3*. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

- Tensión de servicio: 400V.
- Nivel de aislamiento: RV 0,6/1kV.
- Longitud de la línea: 10 m.
- Potencia de cálculo: 1,194 kW.
- $\cos \varphi$ : 0,9.
- Intensidad: 1,915 A.
- Caída de tensión: 0,0759%

Elegimos una terna de cables unipolares de sección  $4 \times (1 \times 2,5 \text{ mm}^2) + \text{TT}$  que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, de la marca Prysmian, modelo Afumex 1000 V Iris Tech (AS), o equivalente. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x20A.

### **3.5.10.3 Líneas de Fuerza.**

#### **3.5.11.3.1 Línea a C.S.F.1.**

Se trata de una línea en montaje bajo tubo, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada

por la tabla de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3*. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

- Tensión de servicio: 400V.
- Nivel de aislamiento: RV 0,6/1kV.
- Longitud de la línea: 9 m.
- Potencia de cálculo: 8,243 kW.
- Cos  $\varphi$ : 0,8.
- Intensidad: 14,872 A.
- Caída de tensión: 0,1951 %

Esta línea alimenta a casi todas las tomas de corriente monofásicas de la planta baja, por lo que vamos a considerar un factor de corrección del 0,2 debido a que no es probable que funcionen todas las tomas a su intensidad nominal, ni que funcionen todas al mismo tiempo.

Elegimos una terna de cables unipolares de sección  $4 \times (1 \times 6 \text{ mm}^2) + \text{TT}$  que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, de la marca Prysmian, modelo Afumex 1000 V Iris Tech (AS), o equivalente. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x32A.

### **3.5.10.3.2 Línea a C.S.F.2.**

Se trata de una línea en montaje bajo tubo, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3*. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

- Tensión de servicio: 400V.
- Nivel de aislamiento: RV 0,6/1kV.
- Longitud de la línea: 27 m.
- Potencia de cálculo: 6,439 kW.
- Cos  $\varphi$ : 0,8.
- Intensidad: 11,617 A.
- Caída de tensión: 1,1056%

Esta línea alimenta el motor del ascensor y las tomas monofásicas del mismo.

Elegimos una terna de cables unipolares de sección  $4 \times (1 \times 2,5 \text{ mm}^2) + \text{TT}$  que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, de la marca Prysmian, modelo Afumex 1000 V Iris Tech (AS), o equivalente. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de caja moldeada de 4x20A.

#### **3.5.10.3.3 Línea a C.S.F.3.**

Se trata de una línea en montaje bajo tubo, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3*. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

- Tensión de servicio: 400V.
- Nivel de aislamiento: RV 0,6/1kV.
- Longitud de la línea: 8 m.
- Potencia de cálculo: 51,015 kW.
- $\cos \varphi$ : 0,8.
- Intensidad: 92,042 A.
- Caída de tensión: 0,1255 %

Esta línea alimenta las máquinas de la zona de taller, se considera un factor de utilización de 1, se considera que es posible el pleno funcionamiento de todas las máquinas. Según la instrucción *ITC-BT-47*, la intensidad mínima para la que deberán estar dimensionados los conductores vendrá dada por la suma de las potencias a plena carga de todos ellos estando la del mayor multiplicada por 1,25.

Elegimos una terna de cables unipolares de sección  $4 \times (1 \times 50 \text{ mm}^2) + \text{TT}$  que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, de la marca Prysmian, modelo Afumex 1000 V Iris Tech (AS), o equivalente. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de caja moldeada de 4x125A.

#### **3.5.10.3.4 Línea a C.S.F.4.**

Se trata de una línea en montaje bajo tubo, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada

por la tabla de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3*. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

- Tensión de servicio: 400V.
- Nivel de aislamiento: RV 0,6/1kV.
- Longitud de la línea: 37 m.
- Potencia de cálculo: 56,760 kW.
- Cos  $\varphi$ : 0,8.
- Intensidad: 102,407 A.
- Caída de tensión: 0,6460%

Esta línea también alimenta las máquinas de la zona de taller, se considera un factor de utilización de 1, se considera que es posible el pleno funcionamiento de todas las máquinas. Según la instrucción *ITC-BT-47*, la intensidad mínima para la que deberán estar dimensionados los conductores vendrá dada por la suma de las potencias a plena carga de todos ellos estando la del mayor multiplicada por 1,25.

Elegimos una terna de cables unipolares de sección  $3 \times (1 \times 50 \text{ mm}^2) + \text{TT}$  que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, de la marca Prysmian, modelo Afumex 1000 V Iris Tech (AS), o equivalente. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x125A.

#### **3.5.10.3.5 Línea a C.S.F.5.**

Se trata de una línea en montaje bajo tubo, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3*. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

- Tensión de servicio: 400V.
- Nivel de aislamiento: RV 0,6/1kV.
- Longitud de la línea: 13 m.
- Potencia de cálculo: 9,421 kW.
- Cos  $\varphi$ : 0,8.
- Intensidad: 16,998 A.

- Caída de tensión: 0,1864%

Esta línea alimenta a todas las tomas de corriente monofásicas de la entreplanta, por lo que vamos a considerar un factor de corrección del 0,2 debido a que no es probable que funcionen todas las tomas a su intensidad nominal, ni que funcionen todas al mismo tiempo. Además según la ITC-BT-47.

Elegimos una terna de cables unipolares de sección  $3 \times (1 \times 10 \text{ mm}^2) + \text{TT}$  que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, de la marca Prysmian, modelo Afumex 1000 V Iris Tech (AS), o equivalente. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x50A.

#### **3.5.10.3.5 Línea a C.S.F.6.**

Se trata de una línea en montaje bajo tubo, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3*. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

- Tensión de servicio: 400V.
- Nivel de aislamiento: RV 0,6/1kV.
- Longitud de la línea: 9 m.
- Potencia de cálculo: 9,650 kW.
- $\cos \varphi$ : 0,8.
- Intensidad: 17,411 A.
- Caída de tensión: 0,1322 %

#### **3.5.11 CONDUCTORES Y TUBOS DE PROTECCIÓN.**

Los conductores a instalar aguas abajo de los cuadros secundarios de fuerza serán conductores unipolares rígidos de cobre del tipo RZ1-K, libre de halógenos, RV 0,6/1kV, marca Prysmian, modelo Afumex 1000V Iris Tech (AS), o equivalente, de aislamiento en XLPE.

Los conductores a instalar aguas abajo de los cuadros secundarios de alumbrado serán conductores unipolares flexibles de cobre del tipo ES07Z1-K, libre de

halógenos, 450/750V, marca Prysmian, modelo Afumex 750V Quick System (AS), o equivalente, de aislamiento tipo PVC (mezcla especial termoplástica cero halógenos). Estos conductores serán fácilmente identificables según los siguientes colores:

- Color negro, marrón y gris para los conductores de fase.
- Color azul claro para conductores de neutro.
- Color amarillo-verde para conductores de protección.

Los conductores de protección serán de cobre, con el mismo aislamiento que los conductores activos y se instalarán por las mismas canalizaciones que estos. La relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase se especifica en la **Tabla 2** de la **ITC-BT 18 p.5** del **REBT** que mostramos a continuación:

Sección de los conductores de fase de la instalación	Sección mínima de los conductores de protección
S (mm <sup>2</sup> )	Sp (mm <sup>2</sup> )
Hasta 16 mm <sup>2</sup>	Sp=S
De 16 a 35 mm <sup>2</sup>	Sp=16
superiores a 35 mm <sup>2</sup>	Sp= S/2

Tabla 3.5.11.1

Teniendo en cuenta que se aplicará lo indicado en la norma **UNE 20.460-5-54** en su **apartado 543**. En el caso objeto de este trabajo, dicha tabla no será de aplicación, ya que para poder aplicarla sería necesario realizar un estudio de los armónicos. Según esto se tomará como sección de los conductores de protección la misma que la de los conductores activos, independientemente de la sección de estos.

Las intensidades máximas admisibles en los conductores serán las indicadas en la **ITC-BT-19** y el nivel de aislamiento no será inferior a 0,6/1 KV; además se tomarán 40° C de temperatura ambiente, para una mayor seguridad de manera

que los valores serán los directamente leídos en las tablas.

Asimismo se ha de tener en cuenta que la caída de tensión máxima admisible será de 4,5% para alumbrado y 6,5 % para los demás usos, desde el origen de la instalación según la instrucción **ITC-BT-19**. En el apartado de cálculos se puede ver con detalle el cálculo de la sección de dichos conductores.

La instalación de los conductores se realizará en general bajo tubo flexible corrugado en instalaciones empotradas y bajo tubo rígido de PVC en instalaciones de superficie, El cableado de la zona de taller se realiza en tubo de acero, por riesgo de incendio y estanqueidad del polvo, la normativa en vigor también permite en este caso bandejas no perforadas de material auto-extinguible y no propagador del incendio, así mismo no serán metálicas sino que serán de material polimérico debido a que en caso de incendio el metal caliente derrita los aislamientos provocando cortocircuitos que a su vez originen nuevos focos e incendio . Estos tubos son dimensionados a partir de la **Tabla 5 y Tabla 9** (*Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir*) de la **ITC-BT 21, p.6 y p.10**, respectivamente, cuya tabla hace referencia al diámetro del tubo según la sección y el números de conductores que se alojen en su interior, teniendo que para más de 5 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo igual a 3 veces la sección ocupada por los conductores.

El cumplimiento de las características indicadas en las **tablas 3** (*Características mínimas para tubos en canalizaciones ordinarias en obra de fábrica, huecos de la construcción y canales protectoras de obra*) de la **ITC-BT 21, p.5, Apartado 1.2.2**, se realizará según los ensayos indicados en las normas **UNE-EN 50086-2-3:1995**.

Los conductores deberán tenderse en el interior de estos por sí o con ayuda de guías.

Los empalmes se realizarán en el interior de las cajas de derivación apropiadas, de tipo estanco, nunca en el interior de los tubos, utilizando bornes o piezas de conexión, y en ningún caso se usará el empalme directo por retorcimiento de los conductores, no se reducirá la sección de los mismos en los extremos de las



conexiones, ni de ninguna otra parte de los conductores.

### **3.5.12 PROTECCIONES.**

#### **3.5.12.1 Protección contra sobreintensidades.**

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción del circuito se realizará en un tiempo conveniente, o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

Todos los conductores que formen parte de un circuito, incluyendo el neutro, estarán protegidos contra los defectos de las sobreintensidades. Los dispositivos de protección se situarán en el origen de los circuitos.

Se dispondrán interruptores automáticos magnetotérmicos cuya intensidad nominal será, como máximo, igual al valor de la intensidad máxima admisible de servicio del conductor protegido, según *ITC-BT-22* y de un poder de corte que estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión.

Los aspectos requeridos para los dispositivos de protección se recogen en la norma *UNE 20460-4-43*. Teniendo así mismo que la norma *UNE 20460-4-473* define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma *UNE 20460-4-43* según sea por causa de sobrecargas o cortocircuitos, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión, resumiendo los diferentes casos en la *tabla 1* de la *ITC-BT-22*, *p.3, Apartado 1.2*.

### ❖ **Protección contra sobrecargas:**

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas quedando estos especificados en los esquemas unifilares de la documentación gráfica.

### ❖ **Protección contra cortocircuitos:**

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión.

Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

La norma UNE 20.460-4-43 recoge en su articulado todos los aspectos requeridos para todos los dispositivos de protección en sus apartados:

- 432 – Naturaleza de los dispositivos de protección.
- 433 – Protección contra las corrientes de sobrecarga.
- 434 – Protección contra las corrientes de cortocircuito.
- 435 – Coordinación ente la protección contra las sobrecargas y la protección contra los cortocircuitos.
- 436 – Limitación de las sobreintensidades por las características de alimentación.

La Norma UNE 20.460-4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la Norma UNE 20.460-4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada uno de su emplazamiento u omisión.

### 3.5.12.2 Protección contra sobretensiones.

El nivel de sobretensión que puede aparecer en la red es función de los siguientes factores:

- Nivel isocerámico estimado.
- Tipo de acometida aérea o subterránea.
- Proximidad del transformador de MT/BT, etc.

La incidencia que la sobretensión puede tener en la seguridad de las personas, instalaciones y equipos, así como su repercusión en la continuidad del servicio es función de:

- La coordinación del aislamiento de los equipos.
- Las características de los dispositivos de protección contra sobretensiones, su instalación y su ubicación.
- La existencia de una adecuada red de tierras.

La categoría de las sobretensiones que puedan aparecer en la instalación viene determinada por el nivel de tensión soportada en kV, según la tensión nominal de la instalación. La presente instalación puede considerarse dentro de la categoría III, según la *ITC-BT-23* del REBT. Dicha categoría se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiera un alto nivel de fiabilidad, por ejemplo: armarios de distribución, embarrados, aparatos (interruptores, seccionadores, tomas de corriente...), canalizaciones y sus accesorios (cables, caja de derivación...), motores con conexión eléctrica fija, etc.

Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

También se considera la situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (por

ejemplo, continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN		TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (kV)			
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS	CATEGORÍA IV	CATEGORÍA III	CATEGORÍA II	CATEGORÍA I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690	-----	8	6	4	2,5
1000	-----				

Tabla 3.5.12.2.1

Lo que significa que los elementos de protección a una tensión 230/400 V deberán soportar tensiones de 4 kV a impulso 1,2/50, por lo que para tener una situación controlada se deberán instalar en redes TT o IT, descargadores entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de instalación.

### 3.5.12.3 Protección contra contactos directos.

La instalación se protegerá contra contactos directos mediante envolventes adecuadas que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Si las envolventes son metálicas, serán consideradas como masas y se aplicará una de las medidas de protección previstas contra los contactos indirectos.

De acuerdo con el apartado tercero de la *ITC-BT-24*, se protege contra toda clase de contactos directos, utilizándose según los casos, alguna de las medidas siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.

- Protección complementaria por dispositivos por corriente diferencial residual.

Salvo indicación contraria, los medios a utilizar vienen expuestos y definidos en la norma *UNE 20460-4-41*. Estos medios son los mencionados anteriormente.

#### **3.5.12.4 Protección contra contactos indirectos.**

El corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación, utilizado de entre los descritos en la ITC-BT-08, y las características de los dispositivos de protección.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas o animales domésticos en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto. Se utilizará como referencia lo indicado en la norma *UNE 20.572-1*.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como por ejemplo, 24 V para las instalaciones de alumbrado público contempladas en la ITC-BT-09, apartado 10.

Los sistemas de protección en función de los distintos esquemas de conexión de la instalación, según la ITC-BT-08 y que la norma *UNE20.460-4-41* define cada caso y en particular el que nos ocupa:

- *Esquemas TT. Características y prescripciones de los dispositivos de protección:*

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. Si varios dispositivos de protección van montados en serie, se aplica por separado a las masas protegidas por cada dispositivo.

Para garantizar una perfecta protección contra contactos indirectos, todas las masas se conectarán a tierra y además, se instalarán en el cuadro general de protección y cuadros secundarios los siguientes interruptores diferenciales:

- En circuitos de Alumbrado: Interruptores diferenciales de alta sensibilidad de 30mA.
- En circuitos de Fuerza: Interruptores diferenciales de alta sensibilidad de 30mA.
- En el Cuadro General Principal: Interruptores diferenciales de 300mA de sensibilidad.

Esta diferenciación se realiza para una buena selectividad de los dispositivos de protección, cumpliendo la normativa que se hace referencia en la *ITC-BT-24*.

### **3.5.13 INSTALACIÓN DE FUERZA.**

#### **3.5.13.1 Maquinaria.**

Según el *REBT ITC-BT-47 p.4, Apartado6*, los motores cuya potencia sea superior a 0,75 kW, llevarán mecanismos de arranque y protección que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal correspondiente a su plena carga, sea superior a los valores máximos indicados en dicha norma.

Todos los motores considerados para el presente trabajo que superan los 3 kW dispondrán de un sistema de arranque estrella-triángulo, lo que reducirá considerablemente la intensidad necesaria para el arranque.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor.

#### **3.5.13.2 Bases de enchufe.**

Se dispondrán 11 bases de enchufe combinadas, que constan de tres enchufes monofásicos de 16A y una base de enchufe de corriente trifásica de 32A, bajo

envolvente adecuada, para alimentar las cargas del taller de reparación y almacenes de pinturas y residuos.

Además se dispondrán 39 bases de enchufe monofásicas de 16 A, para la alimentación del resto de dependencias de la nave.

### **3.5.14 DEFINICIÓN DE P.A.T.**

En la *ITC-BT-18 p.2, Apartados 1 y 2*, nos dice que las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La denominación “puesta a tierra” comprende toda ligazón metálica directa sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno, no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta o las de descargas de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica queden aseguradas con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.

- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

#### **3.5.14.1 Puesta a tierra.**

Para conocer todos los elementos de una buena puesta a tierra y su función dentro del contexto se divide en ocho grandes grupos, que, de abajo a arriba, en sentido contrario a como circularía una corriente de defecto, son:

- Terreno.
- Tomas de tierra.
- Electrodo.
- Líneas de enlace con tierra.
- Puntos de puesta a tierra.
- Línea principal de tierra.
- Derivaciones de la línea principal de tierra.
- Conductores de protección.

#### **3.5.14.2 Terreno.**

Analizando el objeto y la definición de puesta a tierra anteriormente mencionada, se puede observar que los elementos más importantes que garantizan una buena puesta a tierra son las ligazones metálicas directas entre determinadas partes de una instalación, el electrodo o electrodos en contacto permanente con el terreno y una buena resistividad del terreno.

Para conocer el comportamiento del terreno tendremos que estudiarlo desde el punto de vista eléctrico, como elemento encargado de disipar las corrientes de defecto que lleguen a través de los electrodos, es decir, debemos conocer su resistividad.

La resistividad del terreno se mide en  $\Omega \cdot m$  y se representa por la letra  $\rho$ . La resistividad del terreno depende de la naturaleza, estratigrafía (capas de distinta composición), contenido de humedad, salinidad, temperatura, variaciones estacionales, factores de naturaleza eléctrica y compactación.



Hay que medir la resistencia de puesta a tierra de una instalación, y por lo tanto el valor de la resistividad del terreno, antes de dar el visto bueno a la instalación, pero también hay que comprobarla periódicamente en la época más desfavorable.

Si conocemos el valor de la resistividad del terreno con anterioridad a instalar o decidir el tipo de electrodo que vamos a utilizar, tendremos la ventaja de elegir el sistema que técnico-económicamente pueda ser más rentable.

Existen varios modelos para calcular la resistividad del terreno de los que destacamos los siguientes:

- Método de Wenner.
- Sistema simétrico.

En cualquiera de los dos métodos, el material necesario para hacer las mediciones es el siguiente:

- Instrumento de medida de resistividades de cuatro bornes.
- Cuatro picas para utilizarlas de electrodos.
- Cuatro cables aislados para conectar las picas a los bornes del aparato de medida, de una sección mínima de  $1,5 \text{ mm}^2$ .

La longitud de los cables es variable dependiendo de la profundidad a la que se quiera medir la resistividad. Los cables deberán ir colocados sobre bobinas montadas en ejes deslizantes para facilitar la extensión y recogida de los cables. Además los cuatro cables deberán ser de colores diferentes para facilitar la operación de medida.

El valor que se obtiene al medir la resistividad de un terreno es una resistividad media o resistividad aparente, pero es el valor que nosotros necesitamos conocer del terreno, y dependerá de la resistividad de los diferentes estratos y del espesor de cada uno de ellos.

Las picas auxiliares no es necesario que sean muy largas, pues con introducirlas en el terreno 30 cm es suficiente para obtener unas medidas fiables.

### 3.5.14.3 Tomas de tierra.

Se define como el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio. Para las tomas de tierra se pueden usar electrodos formados por:

- Barras o tubos.
- Pletinas o conductores desnudos.
- Placas.
- Anillos o mallas metálicas constituidas por los elementos anteriores o sus combinaciones.
- Armaduras de hormigón enterradas, con excepción de las armaduras pretensadas.
- Otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre usados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma *UNE 21022*.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo y otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación.

Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc.) no deben ser utilizadas como tomas de tierra por razones de seguridad.

Las envolventes de plomo y otras envolventes de cables que no sean susceptibles de deterioro debido a una corrosión excesiva, pueden ser usadas como toma de tierra, previa autorización del propietario, tomando las precauciones debidas para que el usuario de la instalación eléctrica sea advertido de los cambios del cable que podría afectar a sus características de puesta a tierra.

### 3.5.14.4 Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra tiene que satisfacer las prescripciones del apartado 3.4 de la instrucción *ITC-BT-18* y, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores de la presente tabla. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protección contra la corrosión	Según apartado 3.4 de la ITC-BT-18	16 mm <sup>2</sup> Cobre 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No Protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cobre 50 mm <sup>2</sup> Hierro	
La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Tabla 3.5.14.4.1 – Secciones mínimas de los conductores de tierra

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado, para que resulten eléctricamente correctas. Deben cuidarse, en especial, que las conexiones no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

### 3.5.14.5 Conductores de protección.

Se instalarán en el interior del recinto, e irán por la misma canalización que las líneas de distribución. Unirán eléctricamente las masas de la instalación a ciertos elementos, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

La sección de los conductores de protección será la indicada en la siguiente tabla, o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma *UNE 20460-5-54*, *Apartado 543.1.1*.

Los valores de la siguiente tabla sólo son válidos en el caso de que los conductores de protección hayan sido fabricados del mismo material que los conductores activos; de no ser así, las secciones de los conductores de protección se determinarán de forma que presenten una conductividad

equivalente a la que resulta aplicando la tabla siguiente:

Sección de los conductores de fase de la instalación $S$ ( $\text{mm}^2$ )	Sección mínima de los conductores de protección $S_p$ ( $\text{mm}^2$ )
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Tabla 3.5.14.5.1 – Sección del conductor de protección

En el caso objeto de este trabajo, dicha tabla no será de aplicación, ya que para poder aplicarla sería necesario realizar un estudio de los armónicos. Según esto se tomará como sección de los conductores de protección la misma que la de los conductores activos, independientemente de la sección de estos.

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización serán de cobre, con una sección, al menos de:

- $2,5 \text{ mm}^2$ , si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- $4 \text{ mm}^2$ , si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Como conductores de protección pueden usarse:

- Conductores en los cables multiconductores.
- Conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos.
- Conductores separados desnudos o aislados.

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra

deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán usarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados.

Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección, con excepción de las envolventes montadas en fábrica o canalizaciones prefabricadas.

#### **3.5.14.6 Conductores de equipotencialidad.**

Su sección no debe ser menor que la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de  $2,5 \text{ mm}^2$  de cobre.

#### **3.5.14.7 Resistencia de las tomas de tierra.**

El valor de resistencia a tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto o superiores a:

- 24V en el local o emplazamiento.
- 50V en los demás casos.

La resistencia a tierra en la presente instalación tendrá un valor aprox. de  $10\Omega$ .

#### **3.5.14.8 Revisión de las tomas de tierra.**

Es obligatoria la comprobación de las tomas de tierra, por el director de la obra o instalador autorizado, en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

#### **3.5.14.9 Instalación de la toma de tierra.**

Estará formada por un cable rígido de sección igual o superior a  $16 \text{ mm}^2$  en

zanjas de cimentación del edificio, formando un anillo cerrado que afecte a todo el perímetro del edificio.

Además constará de electrodos hincados verticalmente en tierra (picas verticales) en un número adecuado, conectados al anillo por una línea de enlace con tierra. Este punto estará situado fuera del suelo y servirá de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra, entendiendo esta última como la que parte de la puesta a tierra y llega hasta los cuadros de distribución.

Al conductor en anillo, o bien a los electrodos, se conectarán, en su caso, la estructura metálica del edificio o, cuando la cimentación del mismo se haga con zapatas de hormigón armado, un cierto número de hierros de los considerados principales y como mínimo uno por zapata.

Estas conexiones se establecerán de manera fiable y segura, mediante soldadura aluminotérmica o autógena.

### **3.5.15 BATERÍA DE CONDENSADORES.**

Se instalará una batería de condensadores en el lado de baja tensión para compensar el factor de potencia, la cual nos da de un valor de 100 KVAR útiles (ver apartado de cálculos).

Dicha batería de condensadores irá instalada junto al Cuadro General Principal e irá conectada al mismo mediante una terna de cables unipolares de sección  $3 \times (1 \times 95 \text{ mm}^2) + \text{TT}$  que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, de la marca Prysmian, modelo Afumex 1000 V Iris Tech (AS), o equivalente. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x160A.

Las ventajas de colocar una batería de condensadores son:

- Reducción de las pérdidas por el efecto Joule
- Reducción de la sección de los cables y el calibre de las protecciones
- Reducción de la factura eléctrica eliminando las penalizaciones por el consumo

de energía reactiva e incluso obteniendo bonificaciones por tener un  $\cos \varphi$  bueno  $>0,95$ .

### 3.5.16 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE BAJA TENSIÓN.

Para el cálculo de las líneas eléctricas de Baja Tensión se tendrá en cuenta la potencia demandada por los receptores a los que suministra la energía eléctrica cada una de ellas, la tensión de alimentación y el factor de potencia de la instalación.

Una vez calculada la intensidad recorrida en cada línea, se ha seleccionado la sección de cada conductor, teniendo en cuenta la intensidad máxima admisible de acuerdo con las instrucciones ITC-BT-06, ITC-BT-07 e ITC-BT-19, así como las Normas UNE 20.460-3. UNE 20.460-5-523 y las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la Compañía Suministradora.

A continuación se comprueba que las secciones de los conductores seleccionados cumplen con las caídas de tensión máximas admisibles indicadas en la ITC-BT-19 y que aparecen reflejadas en el cuadro siguiente:

	Alimentación en CPM (un solo usuario)		Alimentación en CGP	
	Alumbrado	Fuerza	Alumbrado	Fuerza
<b>Línea general de Alimentación (Instrucción ITC-BT-14)</b>			0,5 %	
<b>Derivaciones Individuales (Instrucción ITC-BT-15)</b>	1,5 %		1 %	
<b>Instalación Interior</b>	3 %	5 %	3 %	5 %
<b>TOTAL CAÍDA DE TENSIÓN</b>	<b>4,5 %</b>	<b>6,5 %</b>	<b>4,5 %</b>	<b>6,5 %</b>

Tabla 3.5.16.1 – Caídas de tensión máximas

### **3.5.16.1 Previsión de cargas.**

#### **3.5.16.1.1 Previsión de cargas para Líneas de Alumbrado.**

La previsión de cargas se resume en las Tablas de Excel que se encuentran al final de este anexo.

#### **3.5.16.1.2 Previsión de cargas para Líneas de Alumbrado de Emergencia.**

Ver Tablas de Excel al final de este anexo.

#### **3.5.16.1.3 Previsión de cargas para Líneas de Fuerza.**

Ver Tablas de Excel al final de este anexo.

#### **3.5.16.1.4 TABLAS COMPLETAS**

Ver Anexo Tablas

### **3.5.16.2 Cálculo de las líneas y tubos por criterio de Intensidad Máxima.**

La tabla de las líneas ha sido realizada mediante una hoja de cálculo de Excel adjunta al final del anexo.

Para el cálculo de la sección en las líneas se ha tenido en cuenta, en principio, la potencia demandada por los receptores a los que suministra la energía eléctrica cada una de ellas, la tensión de alimentación y el factor de potencia. Una vez calculada la intensidad recorrida en cada línea, se ha seleccionado la sección de cada conductor, teniendo en cuenta la intensidad máxima admisible de acuerdo con las instrucciones de la *ITC-BT-19* según los casos.

Para el cálculo de intensidades se usarán las siguientes fórmulas:

- Para sistemas monofásicos:

$$I = \frac{P}{U_{FN} \times \cos \varphi} \quad (3.5.16.2.1)$$

- Para sistemas trifásicos:



$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} \quad (3.5.16.2.2)$$

donde:

I = intensidad en la línea (A).

P = potencia absorbida (W).

U = tensión de la línea (V).

$\cos \varphi$  = factor de potencia del receptor.

De acuerdo con la instrucción *ITC-BT-47* los conductores que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no menor al 125% de la intensidad a plena carga del motor en cuestión, y si alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás. En el caso de motores de ascensores se computará la intensidad nominal a plena carga multiplicada por el coeficiente 1,3.

Según la instrucción *ITC-BT-44*, los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas, siendo la carga mínima prevista en VA, 1,8 veces la potencia en vatios de los receptores. En el caso de lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

Según la instrucción *ITC-BT-21, Apartado 1.2*, los tubos deberán tener un diámetro tal que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. Para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo igual a 2,5 veces la sección ocupada por los conductores.

En este caso se trata de tubos aislantes corrugados y rígidos curvables en caliente, por lo tanto los diámetros mínimos vendrán dados por las tablas 5 y 7 de

la citada instrucción, según vayan los tubos en canalizaciones empotradas o bien en canalizaciones aéreas o con tubos al aire respectivamente.

### 3.5.16.3 Cálculo de las líneas por Caída de Tensión Máxima Admisible.

A continuación se calculará, como comprobación, que las secciones de los conductores seleccionadas, cumplen con las caídas de tensión máximas admisibles indicadas en la Instrucción *ITC-BT-19, Apartado 2.2.2*, en donde dice: “La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 4,5% de la tensión nominal para alumbrado y del 6,5% para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.”

Para calcular esta caída de tensión se utilizarán las siguientes fórmulas:

- En sistemas monofásicos:

$$e = \frac{2 \times P \times l}{\sigma \times S \times U_{fn}} \quad (3.5.16.3.1)$$

- En sistemas trifásicos:

$$e = \frac{P \times l}{\sigma \times S \times U} \quad (3.5.16.3.2)$$

Donde:

e = caída de tensión en la línea (V).

P = potencia absorbida (W).

l = longitud de la línea (m).

S = sección del conductor (mm<sup>2</sup>).

U = tensión de alimentación (V).

Las siguientes se emplearán en Corriente Alterna.

- En tramos monofásicos:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot R_{ca(Tc')} \cdot P}{U_{fn}} \quad (3.5.16.3.3)$$

- En tramos trifásicos:

$$\Delta V = \frac{R_{ca(Tc)} \cdot P}{U} \quad (3.5.16.3.4)$$

Donde:

$\Delta V$  = Caída de tensión en la línea (V).

P = Potencia absorbida por el receptor (W).

U = Tensión de alimentación (V).

$R_{ca(Tc')}$  = Resistencia de la línea a la temperatura  $Tc'$  (°C).

$R_{ca(Tc')}$  viene determinada por la siguiente ecuación:

$$R_{ca(Tc')} = R_{cc(20)} \cdot (1 + \alpha \cdot (Tc' - 20)) \quad (3.5.16.3.5)$$

Donde:

$R_{cc(20)}$  = Resistencia en corriente continua a temperatura de 20°C (Ω).

$Tc'$  = Temperatura del conductor (°C).

A = Coeficiente de temperatura a 20 °C para cables de cobre. Se considera 0,00393.

$R_{cc(20)}$  viene dada por la expresión:

$$R_{cc(20)} = \frac{l}{\sigma \cdot S} \quad (3.5.16.3.6)$$

donde:

$l$  = Longitud de la línea (m).

$S$  = Sección del conductor ( $\text{mm}^2$ ).

$\sigma$  = Coeficiente de conductividad ( $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ ). Para Cu= 56 y para Al= 35, aunque éste varía según la temperatura del conductor.

Para el cálculo de la caída de tensión, se tomará la  $\rho$  más desfavorable, dado que ésta varía en función de la temperatura.

Si se trata de aislamiento XLPE, se calculará la  $\rho$  para la temperatura de 90°C que es la máxima que puede aguantar el conductor; en el caso de PVC la temperatura más crítica será de 70°C.

Calculamos la  $\rho$  para el XLPE o EPR y para el PVC:

- **XLPE o EPR:**

$$\rho_{T^\circ\text{C}} = \rho_{20^\circ\text{C}} \times [1 + (\alpha \times \Delta T)] \quad (3.5.16.3.7)$$

$$T_{\text{máxima}} = 90^\circ\text{C}$$

$$\alpha_{\text{Cu}} = 0,00393$$

$$\rho_{90^\circ\text{C}} ((\Omega.\text{mm}^2)/\text{m}) = 1/56,850483 \times [1 + (0,00393 \times (90 - 20))] = 0,022429009 = 1/44,58511743$$

- **PVC:**

$$\rho_{T^{\circ}\text{C}} = \rho_{20^{\circ}\text{C}} \times [1 + (\alpha \times \Delta T)] \quad (3.5.16.3.8)$$

$$T_{\text{máxima}} = 70^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha_{\text{Cu}} = 0,00393$$

$$\rho_{70^{\circ}\text{C}} ((\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}) = 1/56,850483 \times [1 + (0,00393 \times (70 - 20))] = 0,021046435 = 1/47,51398515$$

La temperatura  $T_c'$  se despeja de la fórmula siguiente:

$$\frac{T_c - T_a}{T_c' - T_a'} = \frac{R_{ca(T_c)} \cdot I^2}{R_{ca(T_c')} \cdot I'^2} \quad (3.5.16.3.9)$$

Los valores de  $R_{ca(T_c)}$  y  $R_{ca(T_c')}$  se ponen en función de  $T_c$  y  $T_c'$ .

Donde:

$T_c$  = Es la temperatura máxima del conductor,  $70^{\circ}\text{C}$  para cables con aislamiento de PVC y  $90^{\circ}\text{C}$  con aislamiento en XLPE o EPR.

$T_a$  = Temperatura ambiente en la canalización circulando por el conductor una intensidad  $I$ . Se considera  $40^{\circ}\text{C}$ .

$T_a'$  = Temperatura ambiente en la canalización circulando por el conductor una intensidad  $I'$ . Se considera  $40^{\circ}\text{C}$ .

$I$  = Intensidad máxima del cable según la norma UNE 20.460-5-523.

$I'$  = Intensidad de corriente calculada según las fórmulas.

Una vez obtenida la temperatura  $T_c'$ , se sustituye en la ecuación y se obtienen la Resistencia en corriente alterna a la temperatura  $T_c'$ .

### 3.5.16.4 Cálculo de las líneas por Energía Pasante.

También comprobamos que las secciones cumplen el criterio de tiempo de corte usando la fórmula siguiente:

$$I^2 \times t = (K \times S)^2 \quad (3.5.16.4.1)$$

Donde:

$I$  = Intensidad de cortocircuito (A).

$T$  = Tiempo de duración del cortocircuito (seg). Consideramos  $t=0,1$  s.

$K = 115$  para el PVC.

135 para el XLPE o EPR.

$S$  = Sección ( $\text{mm}^2$ ).

### 3.5.16.5 Cálculo de las corrientes de cortocircuito.

#### 3.5.16.5.1 Corrientes de cortocircuito en el C.G.P.

El cable seleccionado para la acometida será del tipo AL RZ1, marca Prysmian, modelo AL AFUMEX 1000 V (AS), o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de  $R = 0,125 \Omega/\text{Km}$ .

Para calcular la corriente de cortocircuito que hay en el cuadro general, aplicamos las siguientes fórmulas:

Datos:

$L = 100$  m (distancia del cuadro general a la acometida)

$$R_{ACOMETIDA} = \frac{R (\Omega/\text{Km}) \times L (\text{Km})}{n^{\circ} \text{ Circuitos / Fase}} = \frac{0,125 \times 0,1}{1} = 0,0125 \Omega \quad (3.5.16.5.1.1)$$

$$I_{CORTO} = \frac{0,8 \times V_{FN}}{R_{ACOMETIDA}} = \frac{0,8 \times 230}{0,0125} = 14,72 \text{ kA} \quad (3.5.16.5.1.2)$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x320A con un poder de corte de 20kA a 400V (comercial).

#### 3.5.16.5.1.1 Corrientes de cortocircuito en el C.G.A.

El cable seleccionado para la acometida será del tipo AL RZ1, marca Prysmian, modelo AL AFUMEX 1000 V (AS), o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de  $R = 1,21 \Omega/\text{Km}$ .

Para calcular la corriente de cortocircuito que hay en el cuadro general de alumbrado, aplicamos las siguientes fórmulas:

Datos:

$L = 20 \text{ m}$  (distancia del cuadro general al cuadro general de alumbrado)

$$R_{CGA} = (\Omega/\text{Km}) \times L(\text{km}) = 1,21 \times 0,02 = 0,242\Omega \quad (3.5.16.5.1.1.1)$$

$$I_{CORTO} = \frac{0,8 \times V_{FN}}{R_{ACOMETIDA} + R_{CGA}} = \frac{0,8 \times 230}{0,0125 + 0,0242} = 5,0136\text{kA} \quad (3.5.16.5.1.1.1)$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x50A con un poder de corte de 6kA a 400V (comercial).

#### 3.5.16.5.1.2 Corrientes de cortocircuito en el C.G.F.

El cable seleccionado para la acometida será del tipo AL RZ1, marca Prysmian, modelo AL AFUMEX 1000 V (AS), o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de  $R = 0,1610 \Omega/\text{Km}$ .

Para calcular la corriente de cortocircuito que hay en el cuadro general de alumbrado, aplicamos las siguientes fórmulas:

Datos:

$L = 20 \text{ m}$  (distancia del cuadro general al cuadro general de fuerza)

$$R_{CGF} = (\Omega/\text{Km}) \times L(\text{km}) = 0,1610 \times 0,02 = 0,00322\Omega \quad (3.5.16.5.1.2.1)$$

$$I_{CORTO} = \frac{0,8 \times V_{FN}}{R_{ACOMETIDA} + R_{CGF}} = \frac{0,8 \times 230}{0,0125 + 0,00322} = 11,7048kA \quad (3.5.16.5.1.2.2)$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x250A con un poder de corte de 20kA a 400V (comercial).

### 3.5.16.5.2 Corrientes de cortocircuito en los cuadros secundarios.

Se seguirá el mismo procedimiento que en el caso anterior sumando en este caso además la resistencia debida a la línea hasta el correspondiente cuadro.

#### ❖ Corrientes de cortocircuito en el C.S.A.1.

A la resistencia de la acometida calculada en anteriormente le sumaremos la resistencia de las líneas que tenemos hasta el punto de cálculo de la intensidad de cortocircuito.

El cable seleccionado para el Cuadro de Alumbrado 1 será tipo RZ1-K, marca Prysmian, modelo Afumex 1000V Iris Tech (AS).

$$L = 8 \text{ m}$$

$$R = 1,91 \Omega/\text{Km}$$

$$_{CSA1} = (\Omega/\text{Km}) \times L(\text{km}) = 1,91 \times 0,08 = 0,01528\Omega$$

(3.5.16.5.2.1)

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CORTO} = \frac{0,8 \times V_{FN}}{R_{ACOMETIDA} + R_{CGA} + R_{CSA1}} = \frac{0,8 \times 230}{0,0125 + 0,00322 + 0,01528} = 3,5398kA$$

(3.4.17.5.2.2)

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x40A con un poder de corte de 6kA.



### ❖ Corrientes de cortocircuito en el C.S.A.2.

A la resistencia de la acometida calculada en anteriormente le sumaremos la resistencia de las líneas que tenemos hasta el punto de cálculo de la intensidad de cortocircuito.

El cable seleccionado para el Cuadro de Alumbrado 2 será tipo RZ1-K, marca Prysmian, modelo Afumex 1000V Iris Tech (AS).

$$L = 9 \text{ m}$$

$$R = 7,98 \Omega/\text{Km}$$

$$_{CSA2} = (\Omega/\text{Km}) \times L(\text{km}) = 7,98 \times 0,09 = 0,07182\Omega \quad (3.5.16.5.2.3)$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CORTO} = \frac{0,8 \times V_{FN}}{R_{ACOMETIDA} + R_{CGA} + R_{CSA2}} = 1,6955 \text{ kA} \quad (3.5.16.5.2.4)$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x20A con un poder de corte de 6kA.

### ❖ Corrientes de cortocircuito en el C.S.A.3.

A la resistencia de la acometida calculada en anteriormente le sumaremos la resistencia de las líneas que tenemos hasta el punto de cálculo de la intensidad de cortocircuito.

El cable seleccionado para el Cuadro de Alumbrado 3 será tipo RZ1-K, marca Prysmian, modelo Afumex 1000V Iris Tech (AS).

$$L = 13 \text{ m}$$

$$R = 7,98 \Omega/\text{Km}$$

$$_{CSA3} = (\Omega/\text{Km}) \times L(\text{km}) = 7,98 \times 0,013 = 0,10374\Omega \quad (3.5.16.5.2.5)$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CORTO} = \frac{0,8 \times V_{FN}}{R_{ACOMETIDA} + R_{CGA} + R_{CSA3}} = 1,3102kA \quad (3.5.16.5.2.6)$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x20A con un poder de corte de 6kA.

#### ❖ Corrientes de cortocircuito en el C.S.A.E.

A la resistencia de la acometida calculada en anteriormente le sumaremos la resistencia de las líneas que tenemos hasta el punto de cálculo de la intensidad de cortocircuito.

El cable seleccionado para el Cuadro de Alumbrado de Emergencia será tipo RZ1-K, marca Prysmian, modelo Afumex 1000V Iris Tech (AS).

$$L = 10 \text{ m}$$

$$R = 7,98 \Omega/Km$$

$$R_{CSAEM} = (\Omega / Km) \times L(km) = 7,98 \times 0,01 = 0,07984\Omega \quad (3.5.16.5.2.7)$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CORTO} = \frac{0,8 \times V_{FN}}{R_{ACOMETIDA} + R_{CGA} + R_{CSAEM}} = 1,5794A \quad (3.5.16.5.2.8)$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x20A con un poder de corte de 6kA.

#### ❖ Corrientes de cortocircuito en el C.S.F.1.

A la resistencia de la acometida calculada en anteriormente le sumaremos la resistencia de las líneas que tenemos hasta el punto de cálculo de la intensidad de cortocircuito.

El cable seleccionado para el Cuadro de Fuerza 1 será tipo RZ1-K, marca Prysmian, modelo Afumex 1000V Iris Tech (AS).

$$L = 9 \text{ m}$$

$$R = 3,3 \, \Omega/\text{Km}$$

$$_{CSF1} = (\Omega/\text{Km}) \times L(\text{km}) = 3,30 \times 0,009 = 0,0297\Omega \quad (3.5.16.5.2.9)$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CORTO} = \frac{0,8 \times V_{FN}}{R_{ACOMETIDA} + R_{CGF} + R_{CSF1}} = \frac{0,8 \times 230}{0,0125 + 0,00322 + 0,297} = 4,0511 \text{ kA}$$

(3.4.17.5.1.2.10)

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x32A con un poder de corte de 6kA.

#### ❖ Corrientes de cortocircuito en el C.S.F.2.

A la resistencia de la acometida calculada en anteriormente le sumaremos la resistencia de las líneas que tenemos hasta el punto de cálculo de la intensidad de cortocircuito.

El cable seleccionado para el Cuadro de Fuerza 2 será tipo RZ1-K, marca Prysmian, modelo Afumex 1000V Iris Tech (AS).

$$L = 27 \text{ m}$$

$$R = 7,98 \, \Omega/\text{Km}$$

$$_{CSF2} = (\Omega/\text{Km}) \times L(\text{km}) = 7,98 \times 0,027 = 0,21546\Omega \quad (3.5.16.5.2.11)$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CORTO} = \frac{0,8 \times V_{FN}}{R_{ACOMETIDA} + R_{CGF} + R_{CSF2}} = 0,7959 \text{ kA} \quad (3.5.16.5.2.12)$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x20A con un poder de corte de 6kA.

### ❖ Corrientes de cortocircuito en el C.S.F.3.

A la resistencia de la acometida calculada en anteriormente le sumaremos la resistencia de las líneas que tenemos hasta el punto de cálculo de la intensidad de cortocircuito.

El cable seleccionado para el Cuadro de Fuerza 3 será tipo RZ1-K, marca Prysmian, modelo Afumex 1000V Iris Tech (AS).

$$L = 8 \text{ m}$$

$$R = 0,386 \text{ } \Omega/\text{Km}$$

$$_{CSF3} = (\Omega/\text{Km}) \times L(\text{km}) = 0,386 \times 0,008 = 0,00309\Omega \quad (3.5.16.5.2.13)$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CORTO} = \frac{0,8 \times V_{FN}}{R_{ACOMETIDA} + R_{CGF} + R_{CSF3}} = 9,7831 \text{ kA} \quad (3.5.16.5.2.14)$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x125A con un poder de corte de 10kA.

### ❖ Corrientes de cortocircuito en el C.S.F.4.

A la resistencia de la acometida calculada en anteriormente le sumaremos la resistencia de las líneas que tenemos hasta el punto de cálculo de la intensidad de cortocircuito.

El cable seleccionado para el Cuadro de Fuerza 4 será tipo RZ1-K, marca Prysmian, modelo Afumex 1000V Iris Tech (AS).

$$L = 37 \text{ m}$$

$$R = 0,386 \text{ } \Omega/\text{Km}$$

$$_{CSF4} = (\Omega/\text{Km}) \times L(\text{km}) = 0,386 \times 0,037 = 0,01429\Omega \quad (3.5.16.5.2.15)$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CORTO} = \frac{0,8 \times V_{FN}}{R_{ACOMETIDA} + R_{CGF} + R_{CSF4}} = 6,1329kA \quad (3.5.16.5.2.16)$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x125A con un poder de corte de 10kA.

#### ❖ Corrientes de cortocircuito en el C.S.F.5.

A la resistencia de la acometida calculada en anteriormente le sumaremos la resistencia de las líneas que tenemos hasta el punto de cálculo de la intensidad de cortocircuito.

El cable seleccionado para el Cuadro de Fuerza 5 será tipo RZ1-K, marca Prysmian, modelo Afumex 1000V Iris Tech (AS).

$$L = 13 \text{ m}$$

$$R = 1,91 \Omega/\text{Km}$$

$$_{CSF5} = (\Omega/\text{Km}) \times L(\text{km}) = 1,91 \times 0,013 = 0,0248\Omega \quad (3.5.16.5.2.17)$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CORTO} = \frac{0,8 \times V_{FN}}{R_{ACOMETIDA} + R_{CGF} + R_{CSF5}} = 4,5376kA \quad (3.5.16.5.2.18)$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4x50A con un poder de corte de 6kA.

### 3.5.16.6 Cálculo de las protecciones.

#### 3.5.16.6.1 Cálculo de los interruptores automáticos.

Con objeto de proteger la instalación contra sobrecargas y cortocircuitos se dispondrán los siguientes interruptores automáticos; para su selección se ha tenido en cuenta el disponer de selectividad en la instalación de manera que en caso de un defecto, corte primero el interruptor situado inmediatamente aguas arriba de dicho defecto.

El calibre se dimensiona para la corriente de servicio en caso de bipolares de circuitos monofásicos, y la corriente de la fase más cargada de los interruptores tetrapolares de aguas arriba, puesto que las corrientes en trifásica están desfasadas  $120^\circ$  y la suma de las tres fases responden a una suma vectorial y no escalar.

También se tiene en consideración la corriente de cortocircuito en la línea que protege el interruptor magnetotérmico, que se dimensiona no solo respecto al calibre sino también en la capacidad de despejar un cortocircuito sin dañar el interruptor y ningún elemento del mecanismo. Escogiendo para ello el poder de corte adecuado al cortocircuito calculado.

#### **3.5.16.6.1.1 Protección frente a sobrecargas.**

Según la UNE 20460-4 43 la coordinación entre los conductores y los dispositivos de protección. Debe satisfacer las siguientes condiciones:

Un aparato de protección debe desconectar antes de que se alcance la máxima temperatura admisible, y protege a dicho conductor si:

$$1) \quad I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$2) \quad I_2 \leq 1,45 I_z$$

$I_b$  = Corriente de diseño del circuito.

$I_n$  = Intensidad nominal del aparato o intensidad de ajuste en los aparatos que tengan esta posibilidad.

$I_2$  = Intensidad máxima admisible en el conductor.

$I_z$  = Intensidad convencional de funcionamiento del aparato de protección (intensidad convencional de fusión en los fusibles e intensidad convencional de disparo en interruptores automáticos).

En la protección por interruptor magnetotérmico normalizado se cumple siempre la segunda condición porque  $I_2 = 1,45 I_n$ , por lo que se debe verificar solamente la primera condición.

En la protección por fusible tipo gG, se cumple que  $I_2 = 1,6 I_n$ , por lo que deben verificarse las dos condiciones.

#### **3.5.16.6.1.2 Protección frente a Cortocircuitos.**

Según la instrucción ITC BT 13 - Apartado 1.2, las protecciones deben ser capaces de despejar el mayor cortocircuito, es decir, un cortocircuito trifásico franco en bornes de la protección.

El poder de corte del interruptor debe ser mayor que la máxima intensidad de cortocircuito (cortocircuito al principio de la línea).  $PdC > I_{ccm\acute{a}x}$ .

#### **3.5.16.6.2 Cálculo de los diferenciales.**

Para proteger la instalación contra contactos indirectos se dispondrán, como se indica en los correspondientes esquemas, interruptores diferenciales con una sensibilidad de 30mA para las líneas de alumbrado y fuerza y 300mA para los cuadros secundarios. Se tendrá en cuenta en la elección de estos que la intensidad nominal sea igual o superior que la del interruptor automático situado aguas arriba del mismo.

- $I_D \geq I_A$

$I_D$  = Calibre del Interruptor Diferencial.

$I_A$  = Calibre del Interruptor Magnetotérmico.

Se conectarán a cada diferencial un máximo de 5 circuitos de la misma fase. En caso de las máquinas de taller se dispondrá de un diferencial por cada máquina, para que el defecto en una no afecte al funcionamiento de otra máquina, dificultando así la realización correcta de la actividad industrial.

#### **3.5.17 HOJAS DE CÁLCULO (TABLAS DE EXCEL).**

Los factores de simultaneidad se aplicarán para el del cálculo del cuadro principal. Estos solo se usarán para fuerza.

### 3.5.17.1 Tablas de previsión de cargas de alumbrado y alumbrado de emergencia.

FASES R, S y T								
	Nº lum.	Tipo	P.Unit.(W)	Coef.	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAR)	Aparente (KVA)
Zona de Taller	6	vap merc.	433	1,8	0,9	4,2088	2,04	4,6764
Luces Exterior	24	vap merc.	250	1,8	0,9	9,7200	4,71	10,80
EMERGENCIA Taller	37	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,6593	0,32	0,7326
<b>TOTAL</b>						<b>14,5881</b>	<b>7,07</b>	<b>16,209</b>

Tabla 3.5.17.1.1

FASE R								
	Nº lum.	Tipo	P.Unit.(W)	Coef.	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAR)	Aparente (KVA)
Recepción	18	LED.	13	1,8	0,9	0,37908	0,18	0,4212
Aseo Masculino Entreplanta	1	downlig.	46	1,8	0,9	0,07452	0,04	0,0828
Vestuario Masculino	8	waterpr.	36	1,8	0,9	0,46656	0,23	0,5184
EMERGENCIA Recepción	4	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,07128	0,03	0,0792
EMERGENCIA Aseo Masc. Entrepl.	1	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,01782	0,01	0,0198
EMERGENCIA Vestuario Masc.	3	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,05346	0,03	0,0594
<b>TOTAL</b>						<b>1,06272</b>	<b>0,51</b>	<b>1,1808</b>

Tabla 3.5.17.1.2



	FASE S							
	Nº lum.	Tipo	P.Unit.(W)	Coef.	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAR)	Aparente (KVA)
Pasillo Vestuarios	2	LED.	23	1,8	0,9	0,07452	0,04	0,0828
Aseo Masculino Planta Baja	1	fluoresc.	46	1,8	0,9	0,07452	0,04	0,0828
Oficina Administrativa	6	LED.	55	1,8	0,9	0,5346	0,26	0,594
Sala de Juntas	6	LED	77	1,8	0,9	0,74844	0,36	0,8316
Aseo Femenino Entreplanta	1	downligh	46	1,8	0,9	0,07452	0,04	0,0828
Sala de Limpieza	1	downligh	46	1,8	0,9	0,07452	0,04	0,0828
EMERGENCIA Aseo Fem. Entrepl.	1	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,01782	0,01	0,0198
EMERGENCIA Pasillo Vestuarios	2	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,03564	0,02	0,0396
EMERGENCIA Aseo Masc. Pl. Baja	1	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,01782	0,01	0,0198
EMERGENCIA Oficina Administrat.	2	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,03564	0,02	0,0396
EMERGENCIA Sala de Juntas	3	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,05346	0,03	0,0594
EMERGENCIA Sala Limpieza	1	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,01782	0,01	0,0198
<b>TOTAL</b>						<b>1,75932</b>	<b>0,85</b>	<b>1,9548</b>

Tabla 3.5.17.1.3

	FASE T							
	Nº lum.	Tipo	P.Unit.(W)	Coef.	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAR)	Aparente (KVA)
Aseo Femenino Planta Baja	1	downlig	46	1,8	0,9	0,07452	0,04	0,0828
Escaleras	4	LED	13	1,8	0,9	0,08424	0,04	0,0936
Pasillo Entreplanta	10	LED	13	1,8	0,9	0,2106	0,10	0,234
Zona taller	1	fluoresc.	433	1,8	0,9	0,70146	0,34	0,7794
Vestuario Femenino	8	waterpr.	36	1,8	0,9	0,46656	0,23	0,5184
EMERGENCIA Aseo Fem. Pl. Baja	1	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,01782	0,01	0,0198
EMERGENCIA Escaleras	2	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,03564	0,02	0,0396
EMERGENCIA Pasillo Entreplanta	7	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,12474	0,06	0,1386
EMERGENCIA Vestuario Femen.	2	fluoresc.	11	1,8	0,9	0,03564	0,02	0,0396
<b>TOTAL</b>						<b>1,75122</b>	<b>0,85</b>	<b>1,9458</b>

Tabla 3.5.17.1.4

	Activa (KW)	Reactiva (KVAR)	Aparente (KVA)
<b>TOTAL NAVE</b>	<b>19,16136</b>	<b>9,28</b>	<b>21,2904</b>

Tabla 3.5.17.1.5

### 3.5.17.2 Tablas de previsión de cargas de fuerza.

	FASES R, S, T									
	Zona	Unidades	Intensidad unitaria (A) monofásica	Intensidad unitaria (A) trifásica	P.Unit.(KW)	Coef. Simultaniedad	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAr)	Aparente (KVA)
T.C.C.	Taller	11	16	16	17,700	0,2	0,8	38,940	29,205	48,675
TOTAL T.C.C.								38,940	29,205	48,675

Tabla 3.5.17.2.1

FASES R, S, T									
	Ubicación	Unidades	Intensidad unitaria (A) trifásica	P.Unit.(KW)	Coef. Simultaneidad	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAr)	Aparente (KVA)
<b>Puente grúa</b>	Taller	2	13,532	7,5	1,3	0,8	19,500	14,625	24,375
<b>Cizalla</b>	Taller	1	3,969	2,2	1,25	0,8	2,750	2,063	3,438
<b>Dobladora</b>	Taller	4	7,217	4	1,25	0,8	20,000	15,000	25,000
<b>Estribadora</b>	Taller	1	27,063	15	1,25	0,8	18,750	14,063	23,438
<b>Motor portalón</b>	Taller	1	1,804	1	1,25	0,8	1,250	0,938	1,563
<b>Ensambladora</b>	Taller	1	7,217	4	1,25	0,8	5,000	3,750	6,250
<b>Compresor</b>	Taller	1	2,706	1,5	1,25	0,8	1,875	1,406	2,344
<b>Ascensor</b>	Taller	1	8,119	4,5	1,3	0,8	5,850	4,388	7,313
<b>Bomba de calor</b>	Taller	1	9,418	5,22	1,25	0,8	6,525	4,894	8,156
<b>Ventilador</b>	Taller	2	1,353	0,75	1,25	0,8	1,875	1,406	2,344
<b>TOTAL MÁQUINAS</b>							<b>83,375</b>	<b>62,531</b>	<b>104,21</b>

Tabla 3.5.17.2.2

	Activa (KW)	Reactiva (KVAR)	Aparente (KVA)
<b>TOTAL T.C.C. Y MÁQUINAS</b>	<b>122,315</b>	<b>91,736</b>	<b>152,894</b>

Tabla 3.5.17.2.3

FASE R									
	Ubicación	Unidades	Intensidad unitaria (A)	P.Unit.(KW)	Coef.	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAR)	Aparente (KVA)
Tomas monofásicas	Recepción	3	16	2,944	0,2	0,8	1,766	1,32	2,208
Tomas monofásicas	Aseo Masc. Entreplanta	1	16	2,944	0,2	0,8	0,589	0,44	0,736
Tomas monofásicas	Vestuario Masculino	4	16	2,944	0,2	0,8	2,355	1,77	2,944
Tomas monofásicas	Ascensor	1	16	2,944	0,2	0,8	0,589	0,44	0,736
Tomas monofásicas	Taller	4	16	2,944	0,2	0,8	2,355	1,77	2,944
Fan Coil	Sala de Juntas	1	1,569	0,5	1,25	0,8	0,625	0,47	0,78125
<b>TOTAL FASE R</b>							<b>8,28</b>	<b>6,21</b>	<b>10,349</b>

Tabla 3.5.17.2.4

FASE S									
	Ubicación	Unidades	Intensidad unitaria (A)	P.Unit.(KW)	Coef.	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAr)	Aparente (KVA)
Tomas monofásicas	Aseo Masculino Planta Baja	1	16	2,944	0,2	0,8	0,589	0,442	0,736
Tomas monofásicas	Oficina Administrativa	5	16	2,944	0,2	0,8	2,944	2,208	3,680
Tomas monofásicas	Sala de Juntas	5	16	2,944	0,2	0,8	2,944	2,208	3,680
Tomas monofásicas	Aseo Femenino Entreplanta	1	16	2,944	0,2	0,8	0,589	0,442	0,736
Tomas monofásicas	Sala de Limpieza	1	16	2,944	0,2	0,8	0,589	0,442	0,736
Fan Coil	Oficina	1	1,569	0,5	1,25	0,8	0,625	0,47	0,781
<b>TOTAL FASE S</b>							<b>8,28</b>	<b>6,21</b>	<b>10,349</b>

Tabla 3.5.17.2.5

FASE T									
	Ubicación	Unidades	Intensidad unitaria (A)	P.Unit.(KW)	Coef.	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAr)	Aparente (KVA)
Tomas monofásicas	Aseo Femenino Pl. Baja	1	16	2,944	0,2	0,8	0,589	0,442	0,736
Tomas monofásicas	Pasillo Vestuarios	1	16	2,944	0,2	0,8	0,589	0,442	0,736
Tomas monofásicas	Pasillo Entreplanta	3	16	2,944	0,2	0,8	1,766	1,325	2,208
Tomas monofásicas	Vestuario Femenino	4	16	2,944	0,2	0,8	2,355	1,766	2,944
Tomas monofásicas	Taller	4	16	2,944	0,2	0,8	2,355	1,766	2,944
<b>TOTAL FASE T</b>							<b>7,654</b>	<b>5,741</b>	<b>9,568</b>

Tabla 3.5.17.2.6

	Activa (KW)	Reactiva (KVAr)	Aparente (KVA)
<b>TOTAL R,S,T</b>	<b>24,213</b>	<b>18,160</b>	<b>30,267</b>
<b>TOTAL FUERZA</b>	<b>146,528</b>	<b>109,896</b>	<b>183,161</b>

Tabla 3.5.17.2.6

### 3.5.17.3 Tabla de secciones de la acometida.

C.G.P.	Preal (KW)	V (v)	Long. (m)	$\Delta V(\%)$ Real	S por $\Delta V$ (mm <sup>2</sup> )	S mín. por $\Delta V$ (mm <sup>2</sup> )	I (A)	S com. (mm <sup>2</sup> )	I adm (A)	S (KVA)	Q (KVAr)
Línea Acometida	150	400	100	1,8678	214,4774	240	270,63 3	240	430	187, 5	112,5

Tabla 3.5.17.3.1

### 3.5.17.4 Tabla de secciones del Cuadro General Principal.

C.G.P.	P <sub>real</sub> (KW)	V(v)	Longitud (m)	$\Delta V(\%)$ Real	S por $\Delta V(\text{mm}^2)$	S mínima por $\Delta V(\text{mm}^2)$	I (A)	S comercial (mm <sup>2</sup> )	I adm (A)	S (KVA)	Q (KVar)
C.S.A.1	15,332	400	8,0	0,1867	1,7538	10	24,589	10	54	17,036	7,43
C.S.A.2	1,630	400	9,0	0,0933	0,2098	2,5	2,614	2,5	23	1,811	0,79
C.S.A.3	1,717	400	13,0	0,1420	0,3192	2,5	2,754	2,5	23	1,908	0,83
C.S.A. Emer.	1,194	400	10,0	0,0759	0,1707	2,5	1,915	2,5	23	1,327	0,58
C.S.F.1	8,243	400	9,0	0,1951	0,5304	6	14,872	6	40	10,304	6,18
C.S.F.2	6,439	400	27,0	1,1056	1,2429	2,5	11,617	2,5	23	8,049	4,83
C.S.F.3	51,015	400	8,0	0,1255	2,9178	50	92,042	50	145	63,769	38,26
C.S.F.4	56,760	400	37,0	0,6460	15,0143	50	102,407	50	145	70,950	42,57
C.S.F.5	9,421	400	13,0	0,1864	0,8756	10	16,998	10	54	11,776	7,07
<b>TOTAL</b>	<b>151,751</b>									<b>186,569</b>	<b>108,53</b>

Tabla 3.5.17.4.1

### 3.5.17.5 Tablas de secciones de alumbrado.

- Cuadros secundarios de alumbrado.

C.S.A.1	Alumbrado Taller	P total(Kw)	Longitud (m)	$\Delta V(\%)$ Real	V(v)	S por $\Delta V(\text{mm}^2)$	S mínima por $\Delta V(\text{mm}^2)$	I (A)	S(KVA)	Q(Kvar)	I Adm.(A)
L.A - 1.1	Taller	2,104	23	0,982	230	1,964	4	10,166	2,338	1,02	27
L.A - 1.2	Taller	1,403	44	1,253	230	2,505	4	6,777	1,559	0,68	27
L.A - 1.3	Taller	2,104	69	1,964	230	5,892	6	10,166	2,338	1,02	36
L.A - 1.4	Luces Exterior	0,810	35	0,383	230	1,150	6	3,913	0,900	0,39	36
L.A - 1.5	Luces Exterior	0,810	44	0,482	230	1,446	6	3,913	0,900	0,39	36
L.A - 1.6	Luces Exterior	0,810	52	0,570	230	1,709	6	3,913	0,900	0,39	36
L.A - 1.7	Luces Exterior	0,810	84	0,920	230	2,761	6	3,913	0,900	0,39	36
L.A - 1.8	Luces Exterior	0,810	90	0,986	230	2,958	6	3,913	0,900	0,39	36
L.A - 1.9	Luces Exterior	0,810	97	1,063	230	3,188	6	3,913	0,900	0,39	36
L.A - 1.10	Luces Exterior	0,810	40	0,438	230	1,315	6	3,913	0,900	0,39	36
L.A - 1.11	Luces Exterior	0,810	45	0,493	230	1,479	6	3,913	0,900	0,39	36
L.A - 1.12	Luces Exterior	0,810	54	0,592	230	1,775	6	3,913	0,900	0,39	36
L.A - 1.13	Luces Exterior	0,810	90	0,986	230	2,958	6	3,913	0,900	0,39	36
L.A - 1.14	Luces Exterior	0,810	95	1,041	230	3,123	6	3,913	0,900	0,39	36
L.A - 1.15	Luces Exterior	0,810	102	1,118	230	3,353	6	3,913	0,900	0,39	36
<b>TOTAL</b>		<b>15,332</b>								<b>7,43</b>	

Tabla 3.5.17.5.1



C.S.A.2	Alumbrado Planta Baja	P total(Kw)	Longitud (m)	$\Delta V(\%)$ Real	V(v)	S por $\Delta V(\text{mm}^2)$	S mínima por $\Delta V(\text{mm}^2)$	I (A)	S(KVA)	Q(Kvar)	I Adm.(A)
L.A - 2.1	Recepción	0,379	22	0,451	230	0,34	1,5	1,831	0,421	0,18	13
L.A - 2.2	Pasillo Vestuarios	0,075	13	0,052	230	0,04	1,5	0,360	0,083	0,04	13
L.A - 2.3	Aseo Femenino Planta Baja	0,075	11	0,044	230	0,03	1,5	0,360	0,083	0,04	13
L.A - 2.4	Aseo Masculino Planta Baja	0,075	13	0,052	230	0,04	1,5	0,360	0,083	0,04	13
L.A - 2.5	Vestuario Masculino	0,46656	23	0,581	230	0,44	1,5	2,254	0,518	0,23	13
L.A - 2.6	Vestuario Femenino	0,467	18	0,454	230	0,34	1,5	2,254	0,518	0,23	13
L.A - 2.7	Escaleras	0,084	19	0,087	230	0,06	1,5	0,407	0,094	0,04	13
<b>TOTAL</b>		<b>1,620</b>								<b>0,78</b>	

Tabla 3.5.17.5.2

C.S.A.3	Alumbrado Entreplanta	P total(Kw)	Longitud (m)	$\Delta V(\%)$ Real	V(v)	S por $\Delta V(\text{mm}^2)$	S mínima por $\Delta V(\text{mm}^2)$	I (A)	S(KVA)	Q(Kvar)	I Adm.(A)
L.A - 3.1	Sala de Juntas	0,748	25	1,012	230	0,759	1,5	3,616	0,832	0,36	13
L.A - 3.2	Oficina Administrativa	0,535	19	0,550	230	0,412	1,5	2,583	0,594	0,26	13
L.A - 3.3	Sala Limpieza	0,075	15	0,060	230	0,045	1,5	0,360	0,083	0,04	13
L.A - 3.4	Aseo Masc. Entreplanta	0,075	14	0,056	230	0,042	1,5	0,360	0,083	0,04	13
L.A - 3.5	Aseo Femen. Entreplanta	0,075	12	0,048	230	0,036	1,5	0,360	0,083	0,04	13
L.A - 3.6	Pasillo Entreplanta	0,211	24	0,273	230	0,205	1,5	1,017	0,234	0,10	13
<b>TOTAL</b>		<b>1,717</b>								<b>0,83</b>	

Tabla 3.5.17.5.3

### 3.5.17.6 Tablas de secciones de alumbrado de emergencia.

- Cuadro secundario de alumbrado de emergencia.

C.S.A.EM	zona	P total(Kw)	Longitud (m)	$\Delta V(\%)$ Real	V(v)	S por $\Delta V(\text{mm}^2)$	S mínima por $\Delta V(\text{mm}^2)$	I (A)	S(KVA)	Q(Kvar)	I Adm.(A)
L.A.EM.1	Planta Baja	0,125	18	0,121	230	0,061	1,5	0,603	0,139	0,06	13
L.A.EM.2	Planta Baja	0,053	6	0,017	230	0,009	1,5	0,258	0,059	0,03	13
L.A.EM.2	Planta Baja	0,089	12	0,058	230	0,029	1,5	0,430	0,099	0,04	13
L.A.EM.5	Pl. Baja Taller	0,214	60	0,694	230	0,347	1,5	1,033	0,238	0,10	13
L.A.EM.6	Pl. Baja Taller	0,214	60	0,694	230	0,347	1,5	1,033	0,238	0,10	13
L.A.EM.4	Pl. Baja Taller	0,232	60	0,752	230	0,376	1,5	1,119	0,257	0,11	13
L.A.EM.7	Entrepl.	0,018	4	0,004	230	0,002	1,5	0,086	0,020	0,01	13
L.A.EM.8	Entrepl.	0,125	15	0,101	230	0,051	1,5	0,603	0,139	0,06	13
L.A.EM.9	Entrepl.	0,125	12	0,081	230	0,040	1,5	0,603	0,139	0,06	13
<b>TOTAL</b>		<b>1,194</b>								<b>0,58</b>	

Tabla 3.5.17.6.1

### 3.5.17.7 Tablas de secciones de fuerza.

- Cuadros secundarios de fuerza.

C.S.F.1	Fuerza Planta Baja	Preal(KW)	V(v)	Longitud (m)	$\Delta V(\%)$ Real	S por $\Delta V(\text{mm}^2)$	S mínima por $\Delta V(\text{mm}^2)$	I (A)	S comercial (mm <sup>2</sup> )	I adm (A)	S (KVA)	Q (KVAR)
L.F-1.1	Vestuario Masculino	2,355	230	18,0	1,6309	1,2223	2,5	12,800	2,5	22	2,944	1,77
L.F-1.2	Vestuario Femenino	2,355	230	13,0	1,1779	0,8827	2,5	12,800	2,5	22	2,944	1,77
L.F-1.3	Pasillo Vestuario	0,589	230	11,0	0,2492	0,1867	2,5	3,200	2,5	22	0,736	0,44
L.F-1.4	Recepción	1,766	230	14,0	0,9513	0,7130	2,5	9,600	2,5	22	2,208	1,32
L.F-1.5	Aseo Fem. Pl. Baja	0,589	230	13,0	0,2945	0,2207	2,5	3,200	2,5	22	0,736	0,44
L.F-1.6	Aseo Masc. Pl. Baja	0,589	230	15,0	0,3398	0,2546	2,5	3,200	2,5	22	0,736	0,44
<b>TOTAL</b>		<b>8,243</b>									<b>10,304</b>	<b>6,182</b>

Tabla 3.5.17.7.1

C.S.F.2	Fuerza Ascensor	Preal(KW)	V(v)	Longitud (m)	$\Delta V(\%)$ Real	S por $\Delta V(\text{mm}^2)$	S mínima por $\Delta V(\text{mm}^2)$	I (A)	S comercial (mm <sup>2</sup> )	I adm (A)	S (KVA)	Q (KVAR)
L.F-2.1	Motor Ascensor	5,850	400	16	0,5953	0,4461	2,5	10,555	2,5	21	7,313	4,39
L.F-2.2	Tomas monofásicas	0,589	230	16	0,3624	0,2716	2,5	3,200	2,5	22	0,736	0,44
<b>TOTAL</b>		<b>6,439</b>									<b>8,049</b>	<b>4,829</b>

Tabla 3.5.17.7.2

C.S.F.3	Fuerza Taller	Preal(KW)	V(v)	Longitud (m)	$\Delta V(\%)$ Real	S por $\Delta V(\text{mm}^2)$	S mínima por $\Delta V(\text{mm}^2)$	I (A)	S comercial (mm <sup>2</sup> )	I adm (A)	S (KVA)	Q (KVAR)
L.F-3.1	T.C.C. (Taller)	7,080	400	28,0	0,5214	0,9448	6	12,774	6	40	8,850	5,31
L.F-3.2	T.C.C. (Taller)	7,080	400	38,0	0,7076	1,2823	6	12,774	6	40	8,850	5,31
L.F-3.3	Tomas monofásicas Taller	2,355	230	56,0	3,1473	3,8026	4	12,800	4	36	2,944	1,77
L.F-3.4	Puente Grúa	9,750	400	70,0	2,6924	3,2529	4	17,591	4	31	12,188	7,31
L.F-3.5	Dobladora	5,000	400	40,0	1,2719	0,9532	2,5	9,021	2,5	23	6,250	3,75
L.F-3.6	Dobladora	5,000	400	35,0	1,1129	0,8341	2,5	9,021	2,5	23	6,250	3,75
L.F-3.7	Dobladora	5,000	400	47,0	1,4945	1,1200	2,5	9,021	2,5	23	6,250	3,75
L.F-3.8	Puente Grúa	9,750	400	70,0	2,6924	3,2529	4	17,591	4	31	12,188	7,31
TOTAL		51,015									63,769	38,26

Tabla 3.5.17.7.3

C.S.F.4	Fuerza Taller	Preal(KW)	V(v)	Longitud (m)	$\Delta V(\%)$ Real	S por $\Delta V(\text{mm}^2)$	S mínima por $\Delta V(\text{mm}^2)$	I (A)	S comercial (mm <sup>2</sup> )	I adm (A)	S (KVA)	Q (KVAR)
L.F- 4.1	T.C.C. (Taller)	14,160	400	58	2,1599	3,914	6	25,54	6	40	17,700	10,62
L.F- 4.2	T.C.C. (Taller)	10,620	400	49	1,3686	2,480	6	19,16	6	40	13,275	7,97
L.F- 4.3	Tomas monofásicas Taller	2,355	230	53	2,9787	3,598	4	12,80	4	36	2,944	1,77
L.F- 4.4	Compresor	1,875	400	11	0,1312	0,098	2,5	3,383	2,5	23	2,344	1,41
L.F- 4.5	Cizalla	2,750	400	35	0,6121	0,458	2,5	4,962	2,5	23	3,438	2,06
L.F- 4.6	Estribadora	18,750	400	29	2,1450	2,591	4	33,82	4	31	23,438	14,06
L.F- 4.7	Ensambladora	5,000	400	41	1,3037	0,977	2,5	9,021	2,5	23	6,250	3,75
L.F- 4.8	Motor Portalón	1,250	400	73	0,5803	0,434	2,5	2,255	2,5	23	1,563	0,94
TOTAL		56,760									70,950	42,57

Tabla 3.5.17.7.4

C.S.F.5	Fuerza Entrepanta	Preal(KW)	V(v)	Longitud (m)	$\Delta V(\%)$ Real	S por $\Delta V(\text{mm}^2)$	S mínima por $\Delta V(\text{mm}^2)$	I (A)	S comercial (mm <sup>2</sup> )	I adm (A)	S (KVA)	Q (KVAr)
L.F- 5.1	Sala de Juntas	2,944	230	37,0	2,5993	3,1405	4	16,000	4	30	3,680	2,21
L.F- 5.2	Oficina Administr.	2,944	230	24,0	2,7181	2,0371	2,5	16,000	2,5	22	3,680	2,21
L.F- 5.3	Aseo Fem. Entrepr.	0,589	230	10,0	0,1133	0,1698	2,5	3,200	2,5	22	0,736	0,44
L.F- 5.4	Aseo Masc. Entrepr.	0,589	230	9,0	0,1019	0,1528	2,5	3,200	2,5	22	0,736	0,44
L.F- 5.5	Sala Limpieza	0,589	230	12,0	0,1359	0,2037	2,5	3,200	2,5	22	0,736	0,44
L.F- 5.6	Pasillo Entrepr.	1,766	230	18,0	0,6116	0,9167	2,5	9,600	2,5	22	2,208	1,32
<b>TOTAL</b>		<b>9,421</b>									<b>11,776</b>	<b>7,07</b>

Tabla 3.5.17.7.5

C.S.F.6	Ventilación y Climatización	Preal(KW)	V(v)	Longitud (m)	$\Delta V(\%)$ Real	S por $\Delta V(\text{mm}^2)$	S mínima por $\Delta V(\text{mm}^2)$	I (A)	S comercial (mm <sup>2</sup> )	I adm (A)	S (KVA)	Q (KVAr)
L.F-6.1	Vestuario Masculino	6,525	400	11,0	0,4565	0,3421	2,5	11,773	2,5	23	8,156	4,89
L.F-6.2	Vestuario Femenino	0,938	400	35,0	0,2087	0,1564	2,5	1,691	2,5	23	1,172	0,70
L.F-6.3	Pasillo Vestuario	0,938	400	29,0	0,1729	0,1296	2,5	1,691	2,5	23	1,172	0,70
L.F-6.4	Recepción	0,625	230	25,0	0,3005	0,4505	2,5	3,397	2,5	22	0,781	0,47
L.F-6.5	Aseo Fem. Pl. Baja	0,625	230	21,0	0,2525	0,3784	2,5	3,397	2,5	22	0,781	0,47
<b>TOTAL</b>		<b>9,650</b>									<b>12,063</b>	<b>7,24</b>

Tabla 3.5.17.7.6

### 3.5.17.8 Tabla de secciones de la batería de condensadores

Batería de Condensadores	Qreal (KVAr)	V (v)	Long. (m)	$\Delta V(\%)$ Real	S por $\Delta V$ (mm <sup>2</sup> )	S mín. por $\Delta V$ (mm <sup>2</sup> )	I (A)	S com. (mm <sup>2</sup> )	I adm (A)	S (KVA)	P (KW)
Linea	100	400	5	0,0216	2,1448	240	216,51	240	350	150	0

Tabla 3.5.17.8.1

### 3.5.18 CÁLCULO DE LA BATERÍA DE CONDENSADORES.

A continuación se calculará la batería de condensadores a instalar en el lado de baja tensión para compensar el factor de potencia de la instalación.

Alumbrado y alumbrado de emergencia:

$$P \text{ (activa)} = 19,16 \text{ KW}$$

$$Q \text{ (reactiva)} = 9,28 \text{ KVAr}$$

Fuerza:

$$P \text{ (activa)} = 136,88 \text{ KW}$$

$$Q \text{ (reactiva)} = 102,66 \text{ KVAr}$$

En total tenemos:

$$P = 156,04 \text{ KW}$$

$$Q = 111,94 \text{ KVAr}$$

$$S = \sqrt{(P^2 + Q^2)} = 192,04 \text{ KVA} \quad (3.5.18.1)$$

Con el valor calculado de Q (111,94 KVAr), elegimos el modelo estándar de la batería de condensadores, que deberá ser un valor estándar inferior a este valor

calculado. Esta batería se instalará para compensar el factor de potencia e irá montada en el Cuadro General Principal, o lo más cerca posible de él.

En nuestro caso se montará una batería regulable, para poder modificar el factor de potencia según el uso de las máquinas. El modelo escogido será de 100 KVar y es el siguiente:

SCHNEIDER RECTIMAT 2 100 Kvar 400 V10 x 10

Tiene una regulación de 5 escalones de 30Kvar

$$Q_C = 100 \text{ KVar (batería de condensadores Rectimat 2)}$$

$$Q_T = Q - Q_C = 111,94 \text{ KVar} - 100 \text{ KVar} = 11,94 \text{ KVar} \quad (3.5.18.2)$$

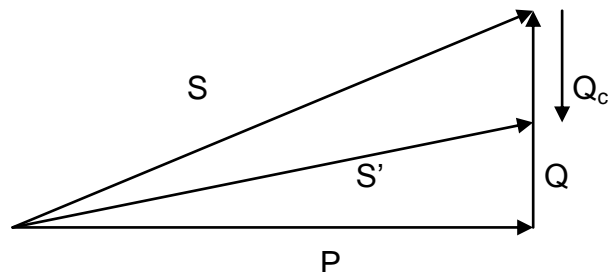
$$S' = \sqrt{(P^2 + Q_T^2)} = \sqrt{(156,04^2 + 11,94^2)} = 156,49 \text{ KVA} \quad (3.5.18.3)$$

$$\text{Tg}(\varphi) = Q_T / P = 11,94 / 156,49 \text{ KW} = 0,0763 \quad (3.5.18.4)$$

$$\varphi = 1,0092^\circ$$

$$\text{Cos}(\varphi) = 0,9998$$

Como podemos observar, se compensará el factor de potencia a valores cercanos a la unidad.



La batería de condensadores escogida, además, posee los siguientes valores:

$$Q = 100 \text{ KVAr}$$

$$V = 400 \text{ V}$$

$$F = 50 \text{ Hz}$$

$$I = Q / (\sqrt{3} \cdot V) = 100000 / (\sqrt{3} \cdot 400) = 144,33 \text{ A} \quad (3.5.18.5)$$

Para su protección se escogerá un interruptor automático de corte omnipolar de 4x160 A.



**TÍTULO: PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL  
DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO**

---

## **ANEXO VI: INSTALACIÓN DE FONTANERÍA**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA  
AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N  
15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2015**

**AUTOR: LUCÍA VIGO PICO**

Fdo.: Lucía Vigo Pico

## **ÍNDICE DEL ANEXO VI: INSTALACIÓN DE FONTANERÍA**

<b>3.6.1 OBJETO DEL ANEXO.....</b>	<b>2</b>
<b>3.6.2 NORMATIVA .....</b>	<b>2</b>
<b>3.6.3 DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS.....</b>	<b>2</b>
<b>3.6.4 DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES .....</b>	<b>4</b>
<b>3.6.4.1 Resultados obtenidos .....</b>	<b>6</b>
<b>3.6.5 PÉRDIDAS DE CARGA.....</b>	<b>12</b>
<b>3.6.5.1 Comprobación de pérdida de carga.....</b>	<b>19</b>

### 3.6.1. OBJETO DEL ANEXO.

El Objeto del presente trabajo de instalaciones de suministro de agua es el de fijar las normas y descripciones necesarias, con el fin de obtener de los Organismos Competentes las oportunas autorizaciones para realizar el montaje y posteriormente, previa inspección y legalización obtener la puesta en servicio.

### 3.6.2 NORMATIVA

La instalación cumplirá, tanto en lo referente a su diseño, dimensionado, equipos suministrados así como a su montaje, toda la Normativa Legal vigente, y en particular la que se enumera a continuación:

- Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HS4 Suministro de Agua, aprobado por Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, y publicado en el B.O.E. de fecha 28 de marzo de 2006.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas IT (Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio).
- Ordenanzas municipales y normas particulares de la Empresa Suministradora.

### 3.6.3 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS.

El dimensionado de las derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace se realizará conforme a lo establecido en la siguiente tabla recogida en el documento básico HS 4 del CTE, en el resto, se tomarán en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y se dimensionará en consecuencia:

Aparato de consumo	Diámetros tubos de acero	Diámetros tubos de plástico o cobre (mm)
Lavamanos	½"	12
Lavabo, bidé	½"	12
Ducha	½"	12
Bañera < 1,40 m	¾"	20
Bañera > 1,40 m	¾"	20
Inodoro con cisterna	½"	12

Inodoro con fluxor	1 – 1 ½"	25-40
Urinaros con grifo temporizado	½"	12
Urinaros con cisterna	½"	12
Fregadero doméstico	½"	12
Fregadero industrial	¾"	20
Lavavajillas doméstico	½" (rosca a ¾")	12
Lavavajillas industrial	¾"	20
Lavadora doméstica	¾"	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	¾"	20

Tabla 3.6.3.1 – Diámetros mínimos por aparatos de consumo.

Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se dimensionarán conforme al procedimiento establecido en el apartado 4.2, adoptándose como mínimo los valores de la siguiente tabla:

Tramo considerado		Diámetros tubos de acero	Diámetros tubos de plástico o cobre (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.		¾"	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial		¾"	20
Columna (montaje o descendente)		¾"	20
Distribuidor principal		1	25
Alimentación equipos de climatización	< 50 kW	½"	12
	50-250 kW	¾"	20
	250-500kW	1	25
	>500 kW	1 ¼"	32

Tabla 3.6.3.2 – Diámetros mínimos por tramos de red.

Según la tabla anterior y considerando el material utilizado en nuestro caso PPR procedemos a coger el diámetro comercial inmediatamente superior a lo descrito en estas tablas. Esto se debe principalmente a que el diámetro interior en este tipo de tuberías PPR se ve reducido notablemente debido al espesor de las paredes en comparación con las tuberías de cobre.

### 3.6.4 DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES.

El cálculo de las instalaciones se ha de realizar con un primer dimensionado en función de los caudales instantáneos mínimos de los aparatos instalados, obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente serán comprobados en función de la pérdida de carga que se obtiene con los mismos.

El dimensionado de la red se realiza a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al procedimiento siguiente:

1. El caudal máximo o instalado ( $Q_{\text{instalado}}$ ) de cada tramo será igual a la suma de los caudales instantáneos mínimos ( $Q_{i,\text{min}}$ ) de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla de caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato del CTE, apartado HS4, presentada a continuación.

$$Q_{\text{instalado}} = \sum Q_{i,\text{min}}$$

(3.6.4.1)

Tipo de Aparato	Caudal Instantáneo Mínimo Agua Fría (dm <sup>3</sup> /s)	Caudal Instantáneo Mínimo ACS (dm <sup>3</sup> /s)
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,30	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinaris con grifo temporizado	0,15	-

Urinaros con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Tabla 3.6.4.1 – Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato.

2. Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con el criterio siguiente.

- a. Factor de simultaneidad por número de aparatos:

$$a = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

(3.6.4.2)

Siendo n el número de aparatos servidos desde el tramo, con  $K_a=1$  para  $n \leq 2$ .

3. Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.

- a. Para un conjunto de aparatos:

$$Q_{i,\text{particular}} = K_s \cdot \Sigma Q_{\text{instalado}}$$

(3.6.4.3)

4. Elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:

- a. Tuberías metálicas: entre 0,5 y 2,00 m/s.

b. Tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,5 y 3,5 m/s.

5. Cálculo del diámetro en base a la velocidad elegida y del caudal de cálculo que circula por cada tramo.
6. Elección de los diferentes diámetros de tubería requeridos respetando los mínimos establecidos por las tablas 3.6.3.1 y 3.6.3.2 de este anexo.

#### **3.6.4.1 Resultados obtenidos.**

Para los diferentes tramos de la instalación se ha obtenido los siguientes resultados de velocidad tomando como base de cálculo los caudales especificados en la tabla 3.6.4.1. Hemos establecido una velocidad de cálculo de 3,5 m/s. Comprobaremos que la velocidad final una vez elegida la tubería comercial (con su respectivo diámetro interior) es mayor de 0,5 m/s.

En la siguiente tabla se recogerán los valores obtenidos realizando los cálculos descritos en el apartado anterior y con las hipótesis de velocidad de cálculo mencionada:

Local	Tramo	Aparato	Caudal (dm <sup>3</sup> /s)	Coeficiente de simultaneidad (Ks)	Caudal de punta (dm <sup>3</sup> /s)	Velocidad (m/s)	D <sup>INTERIOR</sup> MÍNIMO (mm)	D <sup>COMERCIAL</sup> EX (mm)	D <sup>INTERIOR</sup> (mm)	Velocidad Final (m/s)
AGUA FRÍA										
Aseo Masculino Entreplanta	T 1	Lavado	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	11,4	0,980
Aseo Femenino Entreplanta	T 2	Lavado	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	11,4	0,980
Suma Aseos Entreplanta	T 3	2	0,20	1,0000	0,20	3,50	8,53	25	18,0	0,786
Aseo Masculino Planta Baja	T 4	Lavado	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	11,4	0,980
Aseo Femenino Planta Baja	T 5	Lavado	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	11,4	0,980
Suma Aseos Planta Baja	T 6	2	0,20	1,0000	0,20	3,50	8,53	25	18,0	0,786
Suma Aseos Entreplanta y Planta Baja	T 7	4	0,40	0,5773	0,23	3,50	9,17	25	18,0	0,907
Vestuario Femenino	T 8	Ducha	0,20	1,0000	0,20	3,50	8,53	16	11,4	1,959
Vestuario Femenino	T 9	Ducha	0,20	1,0000	0,20	3,50	8,53	16	11,4	1,959
Suma	T 10		0,40	1,0000	0,40	3,50	12,06	20	14,4	2,456
Vestuario Femenino	T 11	Lavado	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	11,4	0,980
Suma	T 12		0,50	0,7071	0,35	3,50	11,34	20	14,4	2,171



Vestuario Femenino	T 13	Lavado	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	11,4	0,980
Suma Vestuario Femenino	T 14	4	0,60	0,5773	0,35	3,50	11,23	25	18,0	1,361
Suma Aseos Entrep + Aseos Pl. Baja + Vest. Fem.	T 15	8	1,0	0,3779	0,38	3,50	11,72	25	18,0	1,485
Vestuario masculino	T 16	Ducha	0,20	1,0000	0,20	3,50	8,53	16	11,4	1,959
Vestuario masculino	T 17	Ducha	0,20	1,0000	0,20	3,50	8,53	16	11,4	1,959
Suma	T 18	2	0,40	1,0000	0,40	3,50	12,06	20	14,4	2,456
Vestuario Masculino	T 19	Lavado	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	11,4	0,980
Suma	T 20	3	0,50	0,7071	0,35	3,50	11,34	20	14,4	2,171
Vestuario masculino	T 21	Lavado	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	11,4	0,980
Suma Vestuario Masculino	T 22	4	0,6	0,5773	0,35	3,50	11,23	25	18,0	1,361
<b>Suma Todos Agua Fría</b>	<b>T 23</b>	<b>12</b>	<b>1,6</b>	<b>0,3015</b>	<b>0,48</b>	<b>3,50</b>	<b>13,25</b>	<b>25</b>	<b>18,0</b>	<b>1,896</b>
<b>ACS</b>										
Aseo Masculino Entreplanta	T 24	Lavado	0,065	1,0000	0,065	3,50	4,86	16	11,4	0,637
Aseo Femenino Entreplanta	T 25	Lavado	0,065	1,0000	0,065	3,50	4,86	16	11,4	0,637
Suma Aseos Entreplanta	T 26	2	0,130	1,0000	0,130	3,50	6,88	25	18,0	0,511
Aseo Masculino Planta Baja	T 27	Lavado	0,065	1,0000	0,065	3,50	4,86	16	11,4	0,637

Aseo Femenino Planta Baja	T 28	Lavado	0,065	1,0000	0,065	3,50	4,86	16	11,4	0,637
Suma Aseos Planta Baja	T 29	2	0,130	1,0000	0,130	3,50	6,88	25	18,0	0,511
Suma Aseos Entreplanta y Planta Baja	T 30	4	0,260	0,5773	0,150	3,50	7,39	25	18,0	0,590
Vestuario Femenino	T 31	Ducha	0,100	1,0000	0,100	3,50	6,03	16	11,4	0,980
Vestuario Femenino	T 32	Ducha	0,100	1,0000	0,100	3,50	6,03	16	11,4	0,980
Suma	T 33	2	0,200	1,0000	0,200	3,50	8,53	20	14,4	1,228
Vestuario Femenino	T 34	Lavado	0,065	1,0000	0,065	3,50	4,86	16	11,4	0,637
Suma	T 35	3	0,265	0,7071	0,187	3,50	8,26	20	14,4	1,151
Vestuario Femenino	T 36	Lavado	0,065	1,0000	0,065	3,50	4,86	16	11,4	0,637
Suma Vestuario Femenino	T 37	4	0,330	0,5773	0,191	3,50	8,32	25	18,0	0,749
Suma Aseos Entrep + Aseos Pl. Baja + Vest. Fem.	T 38	8	0,590	0,3779	0,223	3,50	9,01	25	18,0	0,876
Vestuario masculino	T 39	Ducha	0,100	1,0000	0,100	3,50	6,03	16	11,4	0,980
Vestuario masculino	T 40	Ducha	0,100	1,0000	0,100	3,50	6,03	16	11,4	0,980
Suma	T 41	2	0,200	1,0000	0,200	3,50	8,53	20	14,4	1,228
Vestuario Masculino	T 42	Lavado	0,065	1,0000	0,065	3,50	4,86	16	11,4	0,637
Suma	T 43	3	0,265	0,7071	0,187	3,50	8,26	20	14,4	1,151

Vestuario masculino	T 44	Lavado	0,065	1,0000	0,065	3,50	4,86	16	11,4	0,637
Suma Vestuario Masculino	T 45	4	0,330	0,5773	0,191	3,50	8,32	25	18,0	0,749
<b>Suma Todos ACS</b>	T 46	12	0,920	0,3015	0,277	3,50	10,05	25	18,0	1,090
<b>INODOROS</b>										
Aseo Masculino Entreplanta	T 47	Inodoro	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	11,4	0,980
Aseo Femenino Entreplanta	T 48	Inodoro	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	11,4	0,980
Suma Aseos Entreplanta	T 49	2	0,20	1,0000	0,20	3,50	8,53	25	18,0	0,786
Aseo Masculino Planta Baja	T 50	Inodoro	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	11,4	0,980
Aseo Femenino Planta Baja	T 51	Inodoro	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	11,4	0,980
Suma Aseos Planta Baja	T 52	2	0,20	1,0000	0,20	3,50	8,53	25	18,0	0,786
Suma Aseos Entreplanta y Planta Baja	T 53	4	0,40	0,7071	0,28	3,50	10,14	25	18,0	1,111
Vestuario Femenino	T 54	Inodoro	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	11,4	0,980
Vestuario Femenino	T 55	Inodoro	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	11,4	0,980
Suma	T 56	2	0,20	1,0000	0,20	3,50	8,53	25	18,0	0,786
Suma Aseos Entrep + Aseos Pl. Baja + Vest. Fem.	T 57	6	0,60	0,4472	0,27	3,50	9,88	25	18,0	1,054
Vestuario masculino	T 58	Inodoro	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	11,4	0,980

Vestuario masculino	T 59	Inodoro	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	11,4	0,980
Vestuario masculino	T 60	Inodoro	0,10	1,0000	0,10	3,50	6,03	16	11,4	0,980
Vestuario masculino	T 61	Inodoro	0,10	0,7071	0,07	3,50	5,07	16	11,4	0,693
Suma Vestuario Masculino	T 62	4	0,20	0,7071	0,14	3,50	7,17	25	18,0	0,556
<b>Suma Todos Inodoros</b>	T 63	10	0,8	0,3333	0,27	3,50	9,85	25	18,0	1,048

### 3.6.5 PÉRDIDAS DE CARGA

Las pérdidas de carga aislada en las tuberías son debidas a las resistencias accidentales que se encuentra el agua a lo largo de su recorrido, siendo las principales:

- Cambios de sección de la tubería.
- Cambios de dirección de la tubería.
- Ramificaciones o derivaciones.
- Llaves de paso y válvulas.

Existen tablas de diversas procedencias que facilitan los valores orientativos de  $\xi$ , obtenidos experimentalmente y que en la mayoría de los casos discrepan entre sí, entre ellos se encuentran los facilitados por la Norma UNE 149201:2008 “Dimensionamiento de instalaciones de agua para consumo humano dentro de los edificios”.

Otras pérdidas de carga singulares muy importantes tales como las provocadas por los contadores, filtros, válvulas de retención, reductores de presión, etc. Deben ser solicitadas a los respectivos fabricantes. Para simplificar el cálculo de las resistencias aisladas se emplea a veces un procedimiento que consiste en equiparar la pérdida de presión que se produce en una resistencia simple a la que se produciría en una longitud de tramo recto de la tubería, es decir, se busca la longitud de tubería recta del mismo diámetro que el accesorio, cuyo rozamiento sería equivalente al que se produce en la resistencia aislada circulando los mismos caudales.

Normalmente se considera esta “longitud equivalente de tubería” como un número fijo que es lo que da sencillez a este procedimiento de cálculo, pero se pierde precisión, llegando un momento en que no es admisible el seguir considerado que la “longitud equivalente” es un número fijo; habría que ir cambiando la longitud equivalente, según cambia la velocidad del fluido con lo cual el método deja de ser interesante.

No obstante este procedimiento está contemplado en la Norma UNE 149201:2008. En relación con su contenido es importante tener en cuenta que en los cambios de sección la velocidad de agua a considerar es la que corresponde al tubo de menor diámetro. En el caso de derivaciones en “T” que comporten a su vez alguna

reducción, se acumularán las pérdidas correspondientes a la derivación y la reducción.

Por otra parte, un procedimiento aún más sencillo que viene indicado en el Código Técnico de la Edificación consiste en considerar que las pérdidas de carga en los accesorios tienen un valor comprendido entre un 20% y 30% de la longitud real de la tubería, sistema que utiliza la Norma UNE en sus ejemplos de cálculo.

Finalmente se comprueba que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera los valores mínimos indicados en el CTE, en el apartado 2.1.3 del HS4 y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

Para el cálculo de las pérdidas de carga se ha tenido en cuenta:

1. Pérdidas de carga por fricción según la fórmula de Prandtl-Colebrook.

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \times \log \left( \frac{2,51}{Re \times \sqrt{\lambda}} + \frac{K}{D} \times \frac{1}{3,71} \right) \quad (3.6.5.1)$$

$$J = \frac{\lambda}{D} \times \frac{V^2}{2g} \quad (3.6.5.2)$$

Siendo:

- $J$  = Pérdida de carga, en m.m.c.a./m;
- $\lambda$  = Coeficiente de rozamientos;
- $Re$  = N° de Reynolds;
- $D$  = Diámetro interior de la tubería, en m;
- $V$  = Velocidad, en m/s;
- $k$  = Rugosidad uniforme equivalente, en m.;
- $g$  = Aceleración de la gravedad, 9'8 m/s<sup>2</sup>;

Donde

$$Re = \frac{V \times D}{\nu}$$

## (3.6.5.3)

Siendo:

- $V$  = Velocidad, en m/s;
- $\nu$  = Viscosidad cinemática del fluido, ( $1,31 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s para agua a 10°C);
- $D$  = Diámetro interior de la tubería, en metros;

Debido a la complejidad de la fórmula de Prandtl-Colebrook hemos utilizado una tabla de valores de pérdida de carga por fricción en función de la velocidad del fabricante para las tuberías de PPr.

Diámetro Exterior	Espesor	Diámetro Interior	Vel. (m/s)	Caudal l/s	Pérdida de Carga		
					mmca/m	Pa/m	mbar/m
16	2,3	11,4	0,4	0,04	26,22	262,21	2,62
20	2,8	14,4	0,4	0,07	19,23	192,35	1,92
25	3,5	18,0	0,4	0,10	14,34	143,45	1,43
32	4,5	23,0	0,4	0,17	10,42	104,22	1,04
40	5,6	28,8	0,4	0,26	7,79	77,92	0,78
50	6,9	36,2	0,4	0,41	5,81	58,10	0,58
63	8,7	45,6	0,4	0,65	4,33	43,29	0,43
75	10,4	54,2	0,4	0,92	3,48	34,78	0,35
90	12,5	65,0	0,4	1,33	2,77	27,66	0,28
110	15,2	79,6	0,4	1,99	2,14	21,45	0,21
16	2,3	11,4	0,6	0,06	52,32	523,20	5,23
20	2,8	14,4	0,6	0,10	38,55	385,48	3,85
25	3,5	18,0	0,6	0,15	28,86	288,60	2,89
32	4,5	23,0	0,6	0,25	21,05	210,51	2,11
40	5,6	28,8	0,6	0,39	15,79	157,93	1,58
50	6,9	36,2	0,6	0,62	11,81	118,14	1,18
63	8,7	45,6	0,6	0,98	8,83	88,30	0,88
75	10,4	54,2	0,6	1,38	7,11	71,09	0,71
90	12,5	65,0	0,6	1,99	5,67	56,66	0,57
110	15,2	79,6	0,6	2,99	4,40	44,04	0,44
16	2,3	11,4	0,8	0,08	85,99	859,95	8,60
20	2,8	14,4	0,8	0,13	63,53	635,31	6,35
25	3,5	18,0	0,8	0,20	47,68	476,79	4,77
32	4,5	23,0	0,8	0,33	34,86	348,64	3,49
40	5,6	28,8	0,8	0,52	26,21	262,13	2,62
50	6,9	36,2	0,8	0,82	19,65	196,49	1,96
63	8,7	45,6	0,8	1,31	14,71	147,14	1,47
75	10,4	54,2	0,8	1,85	11,86	118,63	1,19
90	12,5	65,0	0,8	2,65	9,47	94,68	0,95
110	15,2	79,6	0,8	3,98	7,37	73,71	0,74
16	2,3	11,4	1,0	0,10	126,92	1.269,24	12,69
20	2,8	14,4	1,0	0,16	93,95	939,47	9,39
25	3,5	18,0	1,0	0,25	70,63	706,27	7,06
32	4,5	23,0	1,0	0,42	51,74	517,36	5,17
40	5,6	28,8	1,0	0,65	38,96	389,57	3,90

50	6,9	36,2	1,0	1,03	29,24	292,44	2,92
63	8,7	45,6	1,0	1,63	21,93	219,30	2,19
75	10,4	54,2	1,0	2,31	17,70	176,98	1,77
90	12,5	65,0	1,0	3,32	14,14	141,39	1,41
110	15,2	79,6	1,0	4,98	11,02	110,19	1,10
16	2,3	11,4	1,2	0,12	174,90	1.748,99	17,49
20	2,8	14,4	1,2	0,20	129,64	1.296,45	12,96
25	3,5	18,0	1,2	0,31	97,59	975,89	9,76
32	4,5	23,0	1,2	0,50	71,58	715,81	7,16
40	5,6	28,8	1,2	0,78	53,96	539,62	5,40
50	6,9	36,2	1,2	1,24	40,55	405,53	4,06
63	8,7	45,6	1,2	1,96	30,44	304,42	3,04
75	10,4	54,2	1,2	2,77	24,59	245,87	2,46
90	12,5	65,0	1,2	3,98	19,66	196,56	1,97
110	15,2	79,6	1,2	5,97	15,33	153,31	1,53
16	2,3	11,4	1,4	0,14	229,77	2.297,74	22,98
20	2,8	14,4	1,4	0,23	170,51	1.705,15	17,05
25	3,5	18,0	1,4	0,36	128,48	1.284,85	12,85
32	4,5	23,0	1,4	0,58	94,34	943,42	9,43
40	5,6	28,8	1,4	0,91	71,18	711,85	7,12
50	6,9	36,2	1,4	1,44	53,54	535,43	5,35
63	8,7	45,6	1,4	2,29	40,23	402,27	4,02
75	10,4	54,2	1,4	3,23	32,51	325,09	3,25
90	12,5	65,0	1,4	4,65	26,01	260,06	2,60
110	15,2	79,6	1,4	6,97	20,30	202,96	2,03

Diámetro Exterior	Espesor	Diámetro Interior	Vel. (m/s)	Caudal l/s	Pérdida de Carga		
					mmca/m	Pa/m	mbar/m
16	2,3	11,4	1,6	0,16	291,44	2.914,41	29,14
20	2,8	14,4	1,6	0,26	216,48	2.164,78	21,65
25	3,5	18,0	1,6	0,41	163,25	1.632,54	16,33
32	4,5	23,0	1,6	0,66	119,98	1.199,75	12,00
40	5,6	28,8	1,6	1,04	90,59	905,94	9,06
50	6,9	36,2	1,6	1,65	68,19	681,90	6,82
63	8,7	45,6	1,6	2,61	51,27	512,66	5,13
75	10,4	54,2	1,6	3,69	41,45	414,50	4,14
90	12,5	65,0	1,6	5,31	33,17	331,75	3,32
110	15,2	79,6	1,6	7,96	25,90	259,04	2,59
16	2,3	11,4	1,8	0,18	359,82	3.598,18	35,98
20	2,8	14,4	1,8	0,29	267,47	2.674,74	26,75
25	3,5	18,0	1,8	0,46	201,85	2.018,53	20,19
32	4,5	23,0	1,8	0,75	148,45	1.484,47	14,84
40	5,6	28,8	1,8	1,17	112,16	1.121,63	11,2
50	6,9	36,2	1,8	1,85	84,48	844,76	8,45
63	8,7	45,6	1,8	2,94	63,55	635,47	6,35
75	10,4	54,2	1,8	4,15	51,40	514,00	5,14
90	12,5	65,0	1,8	5,97	41,15	411,55	4,12
110	15,2	79,6	1,8	8,96	32,15	321,50	3,21
16	2,3	11,4	2,0	0,20	434,84	4.348,39	43,48
20	2,8	14,4	2,0	0,33	323,45	3.234,55	32,35
25	3,5	18,0	2,0	0,51	244,24	2.442,43	24,42
32	4,5	23,0	2,0	0,83	179,73	1.797,33	17,97
40	5,6	28,8	2,0	1,30	135,87	1.358,73	13,59
50	6,9	36,2	2,0	2,06	102,39	1.023,85	10,24



63	8,7	45,6	2,0	3,27	77,06	770,57	7,71
75	10,4	54,2	2,0	4,61	62,35	623,49	6,23
90	12,5	65,0	2,0	6,64	49,94	499,39	4,99
110	15,2	79,6	2,0	9,95	39,03	390,27	3,90
16	2,3	11,4	2,5	0,26	651,14	6.511,44	65,11
20	2,8	14,4	2,5	0,41	484,98	4.849,79	48,50
25	3,5	18,0	2,5	0,64	366,64	3.666,37	36,66
32	4,5	23,0	2,5	1,04	270,12	2.701,24	27,01
40	5,6	28,8	2,5	1,63	204,42	2.044,19	20,44
50	6,9	36,2	2,5	2,57	154,19	1.541,92	15,42
63	8,7	45,6	2,5	4,08	116,16	1.161,59	11,62
75	10,4	54,2	2,5	5,77	94,05	940,52	9,41
90	12,5	65,0	2,5	8,30	75,39	753,85	7,54
110	15,2	79,6	2,5	12,44	58,96	589,56	5,90
16	2,3	11,4	3,0	0,31	908,09	9.080,85	90,81
20	2,8	14,4	3,0	0,49	677,00	6.769,98	67,70
25	3,5	18,0	3,0	0,76	512,24	5.122,42	51,22
32	4,5	23,0	3,0	1,25	377,74	3.777,36	37,77
40	5,6	28,8	3,0	1,95	286,08	2.860,77	28,61
50	6,9	36,2	3,0	3,09	215,95	2.159,47	21,59
63	8,7	45,6	3,0	4,90	162,80	1.627,98	16,28
75	10,4	54,2	3,0	6,92	131,88	1.318,83	13,19
90	12,5	65,0	3,0	9,95	105,76	1.057,61	10,58
110	15,2	79,6	3,0	14,93	82,76	827,58	8,28
16	2,3	11,4	3,5	0,36	1.205,28	12.052,81	120,53
20	2,8	14,4	3,5	0,57	899,23	8.992,29	89,92
25	3,5	18,0	3,5	0,89	680,84	6.808,45	68,08
32	4,5	23,0	3,5	1,45	502,41	5.024,15	50,24
40	5,6	28,8	3,5	2,28	380,73	3.807,31	38,07
50	6,9	36,2	3,5	3,6	287,56	2.875,64	28,76
63	8,7	45,6	3,5	5,72	216,91	2.169,08	21,69
75	10,4	54,2	3,5	8,08	175,79	1.757,87	17,58
90	12,5	65,0	3,5	11,61	141,03	1.410,27	14,10
110	15,2	79,6	3,5	17,42	110,4	1.104,01	11,04

Tabla 3.6.5.1 – Pérdidas de carga en función de la velocidad para agua a 10°C

$$\Delta P_T = J \times L$$

(3.6.5.4)

Siendo:

- $\Delta P_T$  = Pérdida de carga en tubería, en mbar;
- J = Pérdida de carga unitaria, en mbar/m;
- L = Longitud, en m;

## 2. Pérdidas de carga en los accesorios:

Para accesorios de las tuberías de PPr con el coeficiente de resistencia singular de la tabla del fabricante y la formula siguiente.

$$\Delta P_{acc} = \frac{\rho}{2} \times V^2 \times \sum \xi$$

(3.6.5.5)

Siendo:

- $\Delta P_{acc}$  = Pérdida de carga en los accesorios, en Pa;
- $V$  = Velocidad, en m/s;
- $\rho$  = Peso específico del agua, en Kg/m<sup>3</sup>;
- $\xi$  = Coeficiente de resistencia;

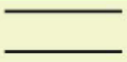





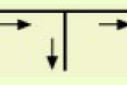

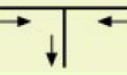


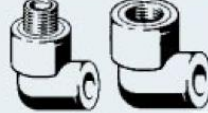


Accesorios	Símbolo	Figura	Coef. Res. Singular ( $\xi$ )
Manguito Unión			0,3
Reducción de dos diámetros Reducción de tres diámetros			0,6 0,9
Codo a 90° Codo a 90° (macho-hembra)			2,0 1,2
Te (separación) Te reducida (separación)			1,8 0,5
Te (contracorriente) Te reducida (contracorriente)			4,2 9,0
Codo terminal			1,4
Llave de corte 20 mm Llave de corte 25 mm Llave de corte 32 mm			9,5 8,5 7,6

Tabla 3.6.5.2 – Coeficientes de Resistencia Singular en Accesorios.

Para los accesorios de las tuberías de acero galvanizado determinamos la longitud equivalente utilizando la siguiente tabla de relaciones L/D (longitud equivalente / diámetro interior).

TABLA DE RELACIONES L/D	
Accesorio	L/D
Codo a 90°	45
Curva a 90°	18
Te Paso Directo	16
Te Derivación	40

Tabla 3.6.5.3- Tabla de Relaciones L/D

### 3. Diferencia de cotas entre la entrada y la salida de cada tramo.

$$\Delta P_{total} = \Delta P_T + \Delta P_{acc} + \Delta h$$

(3.6.5.6)

Siendo:

- $\Delta P_{total}$  = Pérdida de carga total, en metros columna de agua;
- $\Delta P_T$  = Pérdida de carga en tubería, en metros columna de agua;
- $\Delta P_{acc}$  = Pérdida de carga en los accesorios, en metros columna de agua;
- $\Delta h$  = Diferencia de cotas, en metros;

La presión residual en cada punto de consumo se obtiene restando a la presión mínima garantizada en la acometida, las pérdidas de carga a lo largo de los tramos de tubería, válvulas y accesorios, y descontando la diferencia de cotas.

La presión máxima en cada nudo se calcula partiendo de la presión máxima esperada en la acometida y restando las correspondientes pérdidas de carga por rozamiento y diferencia de cotas.

Siguiendo los cálculos descritos anteriormente debemos por lo tanto asegurar

que la instalación cumple lo establecido en el apartado HS4 del CTE, donde se expresa:

1. En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:
  - 100 kPa para grifos comunes.
  - 150 kPa para fluxores y calentadores.
2. La presión en cualquier punto de consumo no debe superar los 500 kPa.

Para cumplir las dos exigencias descritas anteriormente debemos asegurar que en el grifo más alejado de nuestra acometida o punto de suministro de agua la presión mínima sea de 100 kPa asegurándonos así que cualquier punto situado antes de este tenga una presión superior al último grifo.

Por otro lado, la presión de nuestra instalación en cualquier punto de consumo ha de ser inferior a 500 kPa.

#### **3.6.5.1 Comprobación de pérdida de carga**

Se realiza la comprobación de presión en el punto de consumo más alejado, es decir, en una ducha del vestuario masculino:

La presión mínima para grifos comunes como se mencionó anteriormente será de 1 bar y teniendo en cuenta que la presión que ofrecen las bombas son en torno a 3 o 4 bar y la pérdida de carga es de 1,02 bar, la presión en el último punto de consumo es:

$$P = 3 \text{ bar} - 1,02 \text{ bar} = 1,98 \text{ bar (cumple)}$$

**TÍTULO: PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL  
DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO**

---

## **ANEXO VII: INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**

**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2015**

**AUTOR: LUCÍA VIGO PICO**

Fdo.: Lucía Vigo Pico

## **INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO**

<b>3.7.1 OBJETO DEL ANEXO.....</b>	<b>2</b>
<b>3.7.2 NORMATIVA .....</b>	<b>2</b>
<b>3.7.3 METODOS DE CÁLCULO.....</b>	<b>2</b>
3.7.3.1 Flujo en las conducciones horizontales .....	2
3.7.3.2 Flujo en las conducciones verticales.....	3
<b>3.7.4 CÁLCULO DE INSTALACIONES DE EVACUACIÓN RESIDUALES.....</b>	<b>4</b>
3.7.4.1. Derivaciones individuales.....	4
3.7.4.2 Botes sifónicos o sifones individuales.....	5
3.7.4.3 Ramales colectores.....	6
3.7.4.4 Bajantes de aguas residuales.....	6
3.7.4.5 Colectores horizontales de aguas residuales .....	7
<b>3.7.5 DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES.....</b>	<b>7</b>
3.7.5.1 Método de dimensionamiento. ....	8
3.7.5.2 Canales.....	9
3.7.5.3 Bajantes de aguas pluviales. ....	11
3.7.5.4 Colectores de aguas pluviales. ....	12
3.7.5.5 Dimensionado de arquetas.....	13

### 3.7.1. OBJETO DEL ANEXO

El Objeto del presente trabajo de instalaciones de red de saneamiento, tanto de aguas pluviales como residuales, es el de fijar las normas y descripciones necesarias, con el fin de obtener de los Organismos Competentes las oportunas autorizaciones para realizar el montaje y posteriormente, previa inspección y legalización obtener la puesta en servicio.

### 3.7.2 NORMATIVA

La instalación cumplirá, tanto en lo referente a su diseño, dimensionado, equipos suministrados así como a su montaje, toda la Normativa Legal vigente, y en particular la que se enumera a continuación:

- Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HS5 Evacuación de aguas, aprobado por Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, y publicado en el B.O.E. de fecha 28 de marzo de 2006 y posteriores modificaciones.

### 3.7.3 MÉTODOS DE CÁLCULO.

#### 3.7.3.1 Flujo en las conducciones horizontales

El Flujo en las tuberías horizontales de desagüe depende de la fuerza de gravedad que es inducida por la pendiente de la tubería y la altura del agua en la misma.

La formulación del flujo por gravedad, en condiciones estacionarias, la podemos tener mediante la ecuación de Manning:

$$V = 10^{-3} \cdot \frac{R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}}{n}$$

(3.7.3.1.1)

Donde:

V: Velocidad del flujo, en m/s

R: Profundidad hidráulica media o radio hidráulico, en mm.

J: Pendiente de la tubería en % (ó cm/m).

n: Coeficiente de Manning.

Si tenemos en cuenta que el caudal es igual a:

$$Q = S \cdot V$$

(3.7.3.1.2)

Donde:

S: Superficie transversal del flujo de agua en m<sup>2</sup>.

Q: Caudal volumétrico en m<sup>3</sup>/s.

Al combinar las dos ecuaciones anteriores, tendremos:

$$Q = 10^{-3} \cdot \frac{S}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}$$

(3.7.3.1.3)

### 3.7.3.2 Flujo en las conducciones verticales

El flujo de agua en conducciones verticales depende esencialmente del caudal. A la entrada de un ramal en la columna, el agua es acelerada por la fuerza de gravedad y, rápidamente, forma una lámina alrededor de la superficie interna de la columna. Esta corona circular de agua y el alma de aire en su interior continúan acelerándose hasta que las pérdidas por rozamiento contra la pared igualan la fuerza de gravedad. Desde este momento, la velocidad de caída queda prácticamente constante.

De esta forma, podemos definir la velocidad terminal y la distancia del punto de entrada de agua a la cual se alcanza dicha velocidad de la siguiente forma:

$$V_T = 10 \cdot \left( \frac{Q}{D} \right)^{0.4}$$

(3.7.3.2.1)



$$L_T = 0.17 \cdot V_T^2$$

(3.7.3.2.2)

Donde:

VT: es la velocidad terminal en m/s.

LT: es la distancia terminal en m.

Q: es el caudal en l/seg.

D: es el diámetro interior en mm.

El caudal de agua puede expresarse en función del diámetro de la tubería “D” y de la relación “r” entre la superficie transversal de la lámina de agua y la superficie transversal de la tubería mediante la expresión:

$$Q = 3.15 \cdot 10^{-4} \cdot r^{5/3} \cdot D^{8/3}$$

(3.7.3.2.3)

### 3.7.4 CÁLCULO DE INSTALACIONES DE EVACUACIÓN RESIDUALES

#### 3.7.4.1. Derivaciones individuales.

La adjudicación de UD's a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de sifones y derivaciones individuales se establecen en función del uso privado o público según la tabla 4.1 del CTE-HS5.

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)		
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público	
Lavado	1	2	32	40	
Bidé	2	3	32	40	
Ducha	2	3	40	50	
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50	
Inodoro	Con cisterna	4	5	100	100
	Con fluxómetro	8	10	100	100

Urinario	Pedestal	-	4	-	50
	Suspendido	-	2	-	40
	En batería	-	3.5	-	-
Fregadero	De cocina	3	6	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc	-	2	-	40
Lavadero		3	-	40	-
Vertedero		-	8	-	100
Fuente para beber		-	0.5	-	25
Sumidero sifónico		1	3	40	50
Lavavajillas		3	6	40	50
Lavadora		3	6	40	50
Cuarto de baño (lavado, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	-	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	-	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-

Tabla 3.7.4.1.1. – Unidades de desagüe para distintos aparatos sanitarios

Los diámetros indicados en esta tabla se consideran válidos para ramales individuales cuya longitud sea igual o inferior a 1,5 m. Para ramales mayores debe efectuarse un cálculo hidráulico pormenorizado, en función de la longitud, la pendiente y el caudal a evacuar que no se darán en la vivienda debido a su simplicidad. La mayoría de los diámetros de las tablas corresponden a los diámetros de enlace a la válvula de descarga del aparato al que conectan, por lo que de alguna manera, el diámetro de dicha válvula determina para la mayoría de casos el diámetro del tramo de derivación individual.

### 3.7.4.2 Botes sifónicos o sifones individuales.

Los sifones individuales tendrán el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada.

Los botes sifónicos se elegirán en función del número y tamaño de las entradas y con la altura mínima recomendada para evitar que la descarga de un aparato sanitario alto salga por otro de menor altura.

### 3.7.4.3 Ramales colectores.

Se utilizará la tabla siguiente para el dimensionado de ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

Diámetro mm.	Máximo número de Uds		
	Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
32	--	1	1
40	--	2	3
50	--	6	8
63	--	11	14
75	--	21	28
90	47	60	75
110	123	151	181
125	180	234	280
160	438	582	800
200	870	1150	1680

Tabla 3.7.4.3.1 – Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

### 3.7.4.4 Bajantes de aguas residuales

El dimensionado de las bajantes se hará de acuerdo con la tabla siguiente en que se hace corresponder el número de plantas del edificio con el número máximo de UD's y el diámetro que le correspondería a la bajante, conociendo que el diámetro de la misma será único en toda su altura y considerando también el máximo caudal que puede descargar en la bajante desde cada ramal sin contrapresiones en éste.

Diámetro mm.	Máximo número de Uds, para una altura de bajante de:		Máximo número de Uds, en cada ramal para una altura de bajante de:	
	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas
50	10	25	6	6
63	19	38	11	9
75	27	53	21	13
90	135	280	70	53
110	360	740	181	134
125	540	1100	280	200
160	1208	1120	400	160
200	2200	3600	1680	600
250	3800	5600	2500	1000
315	6000	9240	4320	1650

Tabla 3.7.4.4.1 – Diámetros de bajantes

### 3.7.4.5 Colectores horizontales de aguas residuales

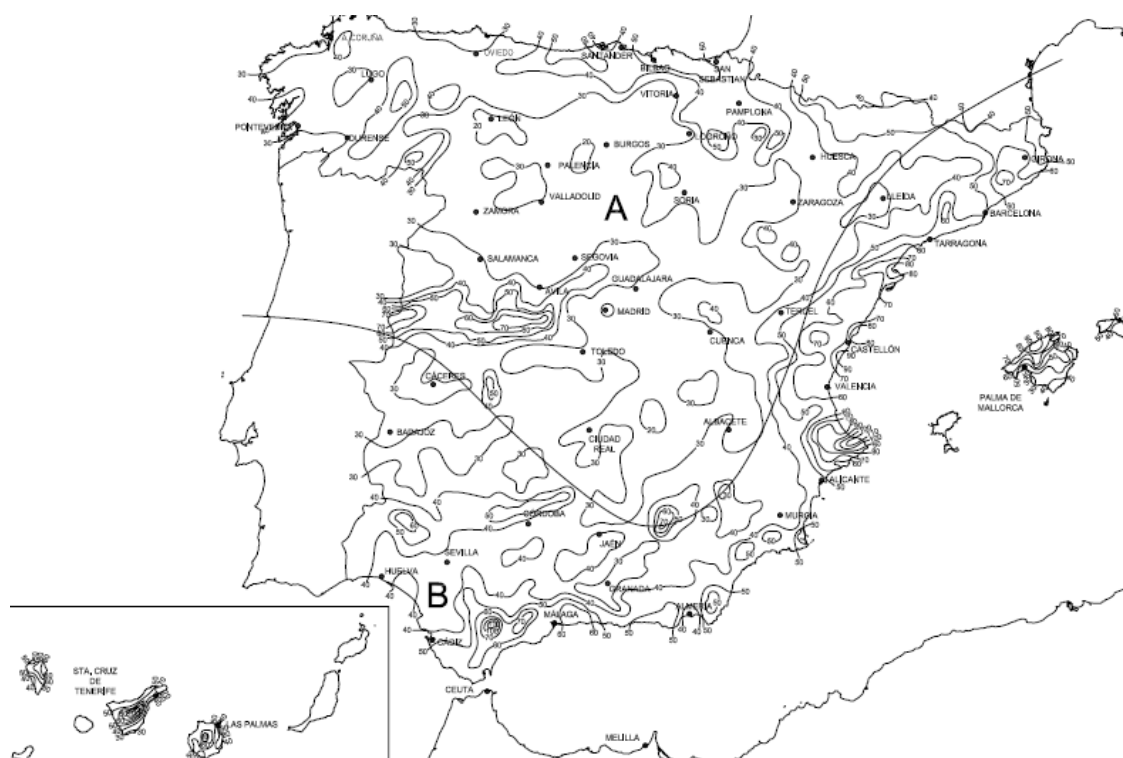
Mediante la utilización de la siguiente tabla, obtenemos el diámetro en función del máximo número de UDs y de la pendiente.

Diámetro mm.	Máximo número de Uds		
	Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
50	--	20	25
63	--	24	29
75	--	38	57
90	96	130	160
110	264	321	382
125	390	480	580
160	880	1056	1300
200	1600	1920	2300
250	2900	3500	4200
315	5710	6920	8290
350	8300	10000	12000

Tabla 3.7.4.5.1 – Diámetros bajantes.

### 3.7.5 DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

El dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales se establecerá en función de los valores de intensidad, duración y frecuencia de la lluvia del mapa de intensidad pluviométrica.



Intensidad Pluviométrica $i$ (mm/h)												
Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Tabla 3.7.5.1 – Distribución de zonas de intensidad pluviométrica.

En este caso en particular, nos encontramos ubicados en la localidad de Cabañas, A Coruña, por lo tanto tenemos:

- Zona A.
- Isoyeta 30

La intensidad pluviométrica de la zona es de  $i = 90$  mm/h.

### 3.7.5.1 Método de dimensionamiento

El método de dimensionamiento utilizado por el HS5 del CTE se basa en cálculos tabulados para un régimen pluviométrico de 100 mm/h. En nuestro caso el régimen pluviométrico es diferente al tabulado debido a su situación geográfica. Por lo tanto se

realizaran modificaciones aplicando los siguientes procedimientos:

Se aplicará un factor de corrección (f) según el valor:

$$= \frac{i}{100}$$

(3.7.5.1.1)

Donde:

$$= \frac{90}{100} = 0,9$$

(3.7.5.1.2)

- La superficie de cálculo de recogida aguas pluviales será la superficie real por el factor de corrección obtenido anteriormente, por lo tanto:

$$S_C = f \times S_R$$

(3.7.5.1.3)

Donde:

- SC = superficie de cálculo en m<sup>2</sup>.
- SR = superficie real en m<sup>2</sup>.
- f = factor de corrección.

Teniendo en cuenta que el factor de corrección obtenido según la situación geográfica de la vivienda es un factor de reducción, lo cual conllevaría a contemplar superficies inferiores a las reales a la hora de consultar valores en las tablas, se decide no aplicar el valor obtenido y realizar los cálculos considerando las dimensiones originales existentes, de tal forma que el diseño se realice sobredimensionando la instalación garantizando el adecuado funcionamiento de la misma según el criterio del proyectista.

Si el factor de corrección obtenido fuese superior a la unidad, bajo ningún motivo se podría prescindir de la aplicación del mismo sobre las superficies de cálculo ya que de hacerlo se estaría dimensionando erróneamente la instalación.

### **3.7.5.2 Canales.**

El dimensionado de los canales necesario para recoger y canalizar las aguas de

cubiertas y tejados seguirá las pautas marcas para el resto de tramos de la red de pluviales, por ello se determinarán las dimensiones de los mismos en función de:

- La proyección horizontal de la superficie cubierta en  $m^2$  que viene a un mismo tramo del canalón, comprendido entre su bajante y su línea divisoria de aguas.
- La pendiente asignada para cada uno de los tramos, permitiéndose en este caso pendientes mínimas de 0,5%.
- La zona pluviométrica en la que se encuentre la edificación.

El diámetro nominal del canalón de evacuación de aguas pluviales de sección semicircular para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h se obtiene en la siguiente tabla en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve:

Máxima superficie de proyección en m <sup>2</sup>				Diámetro nominal (mm)
Pendiente de canalón				
0,5%	1%	2%	4%	
35	45	65	95	100
65	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	200	200
335	475	670	250	250

Tabla 3.7.5.2.1- Elección de diámetro nominal de canalón.

Como condiciones de partida, en función de cómo se han dividido los canalones sobre el tejado, se decide asignar una pendiente de canalón del 2% de inclinación para obtener un valor aceptable sobre la fachada.

En base a lo anterior y a la superficie de tejado abarcada por cada canalón se obtienen los siguientes resultados:

	Área (m2)	Diámetro (mm)
Canalón 1	108,50	125
Canalón 2	101,22	125
Canalón 3	101,22	125
Canalón 4	101,22	125
Canalón 5	101,22	125
Canalón 6	101,22	125
Canalón 7	109,48	125
Canalón 8	155,02	150
Canalón 9	155,23	150
Canalón 10	101,49	125
Canalón 11	101,49	125
Canalón 12	101,49	125
Canalón 13	101,49	125
Canalón 14	61,54	100
Canalón 15	56,37	100
Canalón 16	60,74	100

Tabla 3.7.5.2.2 – Diámetros obtenidos para cada canalón

### 3.7.5.3 Bajantes de aguas pluviales.

El diámetro correspondiente a la superficie, en proyección horizontal, servida por cada bajante de aguas pluviales se obtendrá de la tabla siguiente:

Diámetro nominal bajante (mm)	Superficie en proyección horizontal servida, m <sup>2</sup> (Im = 100mm/h)
50	65
63	113
75	177
90	318
110	580
125	805
160	1544
200	2700

Tabla 3.7.5.3.1 – Elección Diámetro de Bajantes Pluviales.

Teniendo en cuenta la proyección horizontal de superficie de cubierta que afectaría a cada bajante en función de cómo se han dispuesto los canalones, se



obtienen los siguientes resultados:

	Área (m <sup>2</sup> )	Diámetro (mm)
Bajante 1	209,72	90
Bajante 2	202,44	90
Bajante 3	202,44	90
Bajante 4	109,48	63
Bajante 5	155,02	75
Bajante 6	155,23	75
Bajante 7	202,98	90
Bajante 8	202,98	90
Bajante 9	61,54	50
Bajante 10	117,11	75

Tabla 3.7.5.3.2 – Diámetros obtenidos para cada bajante

#### 3.7.5.4 Colectores de aguas pluviales.

Los colectores de aguas pluviales se calculan a sección llena en régimen permanente. El diámetro de los colectores de aguas pluviales se obtiene en la tabla siguiente, en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve:

Diámetro nominal del colector (mm.)	Max. Superficie de cubierta en proyección horizontal m <sup>2</sup> (Im=100mm/h)		
	Pendiente		
	1%	2%	4%
90	125	178	253
110	229	323	458
125	310	440	620
160	614	862	1228
200	1070	1510	2140
250	1920	2710	3850
315	3090	4589	6500

Tabla 3.7.5.4.1 – Elección de diámetro nominal de colectores.

Los colectores instalados serán de una pendiente del 2%, inicialmente serán de 110 mm pero al irse interconexionando las arquetas irán acumulando una mayor cantidad de agua, por tanto, el valor irá aumentando conforme nos acerquemos al depósito de pluviales.

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos:

	Área (m2)	Diámetro (mm)
Colector 1	209,71	110
Colector 2	412,16	125
Colector 3	614,60	160
Colector 4	724,08	160
Colector 5	724,08	160
Colector 6	724,08	160
Colector 7	724,08	160
Colector 8	724,08	160
Colector 9	894,86	200
Colector 10	739,84	160
Colector 11	739,84	160
Colector 12	678,30	160
Colector 13	561,19	160
Colector 14	561,19	160
Colector 15	405,96	125
Colector 16	202,98	110

Tabla 3.7.5.4.2 – Diámetros obtenidos para cada colector

Los colectores instalados serán de una pendiente del 2%, inicialmente serán de 110 mm pero al irse interconexionando las arquetas irán acumulando una mayor cantidad de agua, por tanto, el valor irá aumentando conforme nos acerquemos al depósito de pluviales.

### 3.7.5.5 Dimensionado de arquetas

En la tabla siguiente se dan las dimensiones mínimas necesarias (Longitud L y anchura A mínimas) de una arqueta según el diámetro del colector de salida de ésta.

Descripción	Diámetro del colector de salida (mm)	Largo (m)	Ancho (m)
40x40	100,00	0,40	0,40
50x50	150,00	0,50	0,50
60x60	200,00	0,60	0,60
60x70	250,00	0,60	0,70
70x70	300,00	0,70	0,70
70x80	350,00	0,70	0,80

Descripción	Diámetro del colector de salida (mm)	Largo (m)	Ancho (m)
80x80	400,00	0,80	0,80
80x90	450,00	0,80	0,90
90x90	500,00	0,90	0,90

Tabla 3.7.5.5.1 – Elección de arquetas.

De igual manera que los colectores instalados irán aumentando conforme se vaya recogiendo el agua y dirigiendo hacia el depósito de pluviales, el tamaño de las arquetas será proporcional al valor del diámetro nominal del colector, como se verá reflejado en los planos de recogida de pluviales.

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos:

	Diámetro del colector de salida (mm)	Diámetro (mm)
Arqueta 1	110	50x50
Arqueta 2	125	50x50
Arqueta 3	160	60x60
Arqueta 4	160	60x60
Arqueta 5	160	60x60
Arqueta 6	160	60x60
Arqueta 7	160	60x60
Arqueta 8	160	60x60
Arqueta 9	200	60x60
Arqueta 10	160	60x60
Arqueta 11	160	60x60
Arqueta 12	160	60x60
Arqueta 13	160	60x60
Arqueta 14	160	60x60
Arqueta 15	125	50x50
Arqueta 16	110	50x50

Tabla 3.7.5.5.2 – Diámetros obtenidos para cada arqueta

**TÍTULO: PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL  
DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO**

---

## **ANEXO VIII: CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**

**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE DE 2015**

**AUTOR: LUCÍA VIGO PICO**

Fdo.: Lucía Vigo Pico

### **3.8 ÍNDICE DEL ANEXO VIII: CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN**

<b>3.8.1 OBJETO DEL ANEXO.....</b>	<b>3</b>
<b>3.8.2 NORMATIVA .....</b>	<b>3</b>
<b>3.8.3 DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>3.8.3.1 Aislamiento .....</b>	<b>4</b>
<b>3.8.3.2 Ventanas .....</b>	<b>4</b>
<b>3.8.3.3 Fachada.....</b>	<b>5</b>
<b>3.8.4 PÉRDIDAS CALORÍFICAS EN LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>3.8.4.1 Temperatura de cálculo .....</b>	<b>6</b>
<b>3.8.4.2 Características de los locales .....</b>	<b>6</b>
<b>3.8.4.3 Cálculo de las pérdidas caloríficas.....</b>	<b>7</b>
<b>3.8.4.3.1 Pérdidas por transmisión en los cerramientos.....</b>	<b>8</b>
<b>3.8.4.3.2 Pérdidas por ventilación .....</b>	<b>8</b>
<b>3.8.4.3.3 Pérdidas por puentes térmicos .....</b>	<b>9</b>
<b>3.8.4.4 Tipología de los puentes térmicos.....</b>	<b>10</b>
<b>3.8.4.5 Pérdidas caloríficas por local.....</b>	<b>11</b>
<b>3.8.5 PÉRDIDAS CALORÍFICAS EN LA INSTALACIÓN DE REFRIGERACIÓN .....</b>	<b>24</b>
<b>3.8.5.1 Temperatura de cálculo .....</b>	<b>24</b>
<b>3.8.5.2 Características de los locales .....</b>	<b>24</b>
<b>3.8.5.3 Cálculo de las pérdidas caloríficas.....</b>	<b>24</b>
<b>3.8.5.3.1 Pérdidas por transmisión en los cerramientos.....</b>	<b>25</b>
<b>3.8.5.3.2 Pérdidas por ventilación .....</b>	<b>25</b>

3.8.5.3.3 Pérdidas por puentes térmicos .....	25
3.8.5.3.4 Pérdidas por ocupación.....	25
3.8.5.3.5 Pérdidas por iluminación.....	25
3.8.5.4 Pérdidas caloríficas por local.....	25
3.8.6 ELECCIÓN DE LA BOMBA DE CALOR.....	43
3.8.7 RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL CÁLCULO DE CLIMATIZACIÓN ....	44
3.8.8 INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN .....	45
3.8.9 RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN.....	47

### **3.8.1 OBJETO DEL ANEXO.**

En este anexo se recogerán las justificaciones necesarias para el dimensionamiento de la climatización del local.

Por un lado se realizará la ventilación del taller, y por el otro, la climatización de las oficinas, aseos y vestuarios.

Para la climatización se han calculado las cargas térmicas necesarias, se ha diseñado la instalación y se ha procedido al cálculo de la bomba de calor.

En algunos de los locales se han utilizado Fan-Coils para la climatización de los mismos.

La bomba de calor elegida es una bomba de calor reversible de condensación por aire con ventilador axial con potencia térmica 17,49 KW de y potencia frigorífica de 15,48 KW.

### **3.8.2 NORMATIVA**

- Real Decreto 1027/2013, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Documento Básico (HE) Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación (CTE) aprobado según el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo y posteriores modificaciones.
- Documento Básico (SI) Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico de la Edificación (CTE) aprobado según el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Documento Básico (HR) Protección Frente al Ruido del Código Técnico de la Edificación (CTE) aprobado según el Real Decreto 1731/2007, de 19 de octubre.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

### 3.8.3 DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN.

#### 3.8.3.1. Aislamiento.

La necesidad de aislar térmicamente un edificio está justificada por cuatro razones fundamentales:

- Economizar energía, al reducir las pérdidas térmicas por las paredes.
- Mejorar el confort térmico, al reducir la diferencia de temperatura de las superficies interiores de las paredes y ambiente interior.
- Suprimir los fenómenos de condensación y con ello evitar humedades en los cerramientos.
- Mejorar el entorno medioambiental, al reducir la emisión de contaminantes asociada a la generación de energía.

#### 3.8.3.2 Ventanas

Las ventanas de la vivienda objeto de este trabajo son de aluminio con cristal de doble aislamiento.

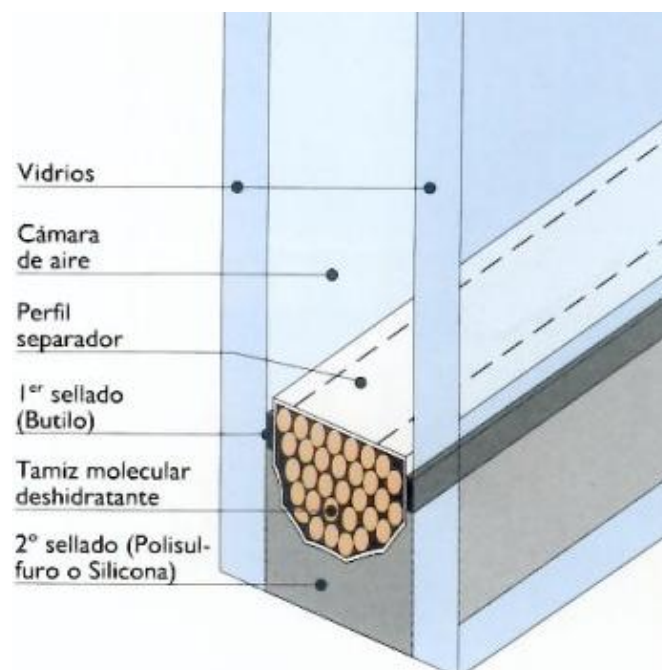


Figura 3.8.3.2.1 – Sección ventana doble cristal



### 3.8.3.3 Fachada.

Para el aislamiento de la fachada de la zona de oficinas se ha elegido la lana mineral, por sus grandes características.

La lana mineral denominada lana de roca, está elaborada a partir de rocas basálticas, obteniéndose un producto de propiedades complementarias a la lana de vidrio. Es un producto especialmente indicado para los aislamientos térmicos.

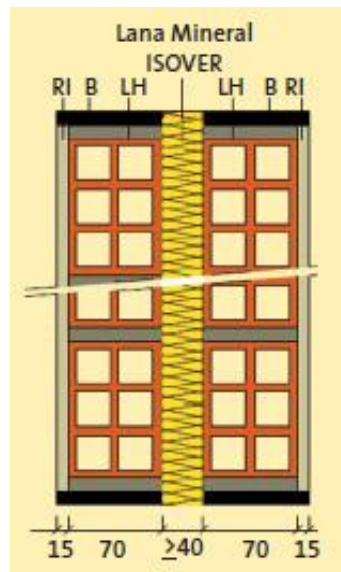


Figura 3.8.3.3.1

Las características principales de la lana de roca son las siguientes:

- Aislamiento acústico:

Este producto tiene excelente comportamiento acústico. Gracias a su estructura consigue conciliar masa volúmica y absorción acústica, siendo indispensables en soluciones de aislamiento y corrección acústica.

- Aislamiento térmico.

La lana de roca tiene muy buenas características aislantes térmicas. Las temperaturas de utilización en servicio van desde -200 °C hasta +800 °C.

- Comportamiento frente al fuego:

La lana de roca es incombustible. La inclusión de este producto permite evitar la formación y transmisión del fuego por el aislante, y proteger las áreas aisladas frente a la acción del fuego.

- Resistencia al agua:

La lana de roca tiene capilaridad nula. No es hidrófila, es decir, el agua no es atraída hacia el interior de la masa del producto.

### 3.8.4 PÉRDIDAS CALORÍFICAS EN LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.

#### 3.8.4.1 Temperatura de cálculo.

Las temperaturas de cálculo se han obtenido de acuerdo a lo especificado en el RITE para la temperatura interior y de acuerdo a los datos del Instituto Nacional de Meteorología para la exterior.

	Temperatura (°C)
Exterior	3
Interior	21

Tabla 3.8.4.1.1 – Temperaturas de cálculo

#### 3.8.4.2 Características de los locales.

En las siguientes tablas se muestran las superficies de los diferentes locales de la nave industrial, las superficies de sus cerramientos y su orientación.

Locales Planta Baja						
	Recepción	Aseo Masc.	Aseo Fem.	Vestuario Fem.	Vestuario Masc.	Pasillo Vestuarios
Muro Exterior (m <sup>2</sup> )	28,28	7,81	0	14,78	34,55	0
Muro Interior (m <sup>2</sup> )	54,62	18,00	25,81	49,08	21,67	23,18
Muro interior en contacto con taller (m <sup>2</sup> )	23,99	-	-	-	12,88	14,78
Ventana (m <sup>2</sup> )	3,60	0	0	0	0	0
Puerta (m <sup>2</sup> )	3,28	0	0	0	0	1,64
Orientación	Noreste	Sureste	Sureste	Sureste	Suroeste	Noroeste
Área (m <sup>2</sup> )	64,39	5,08	5,08	32,42	35,6	7,92

Tabla 3.8.4.2.1 – Características locales planta baja

Locales Entreplanta						
	Pasillo Entreplanta	Sala Limpieza	Aseo Masc.	Aseo Fem.	Oficina	Sala de Juntas
Muro Exterior (m <sup>2</sup> )	27,58	10,58	0	0	14,78	37,62
Muro Interior (m <sup>2</sup> )	75,94	25,2	25,93	25,93	45,58	21,67
Muro interior en contacto con taller (m <sup>2</sup> )	39,48	-	-	-	-	15,96
Ventana (m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	1,26	3,06
Puerta (m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0
Orientación	Noreste	Sureste	Sureste	Sureste	Sureste	Suroeste
Área	58,64	9,87	5,13	5,13	29,04	44,12

Tabla 3.8.4.2.2 – Características locales entreplanta

### 3.8.4.3 Cálculo de las pérdidas caloríficas.

Las pérdidas caloríficas se dividen en 3 tipos diferentes:

- Pérdidas por transmisión.
- Pérdidas por ventilación.
- Pérdidas por puentes térmicos.

La suma de estos 3 tipos de pérdidas multiplicadas por un coeficiente de interrupción de servicio y por un coeficiente de orientación, proporcionan el valor de las pérdidas caloríficas.

El coeficiente de interrupción de servicio es para todos los casos 0,10. Por otro lado, los valores del coeficiente de orientación (ZO) se muestran en la siguiente tabla. Cada local tendrá un coeficiente diferente en función de la orientación que este tenga.

Orientación % (Zo)							
S	SO	O	NO	N	NE	E	SE
0	7	15	22	25	18	12	7

Tabla 3.8.4.3.1 – Coeficiente de orientación.

### 3.8.4.3.1 Pérdidas por transmisión en los cerramientos.

Los cerramientos son elementos constructivos del edificio que los separa del exterior, ya sea aire, terreno u otros edificios.

La fórmula usada para el cálculo de las pérdidas por transmisión es:

$$Q_T = S \cdot K \cdot (T_i - T_e)$$

(3.8.4.3.1.1)

Donde:

$Q_T$ : Pérdida por transmisión.

S: Superficie del cerramiento.

K: Coeficiente de transmisión del cerramiento

$T_i$ : Temperatura interior del edificio.

$T_e$ : Temperatura exterior.

### 3.8.4.3.2 Pérdidas por ventilación

Para el cálculo de las pérdidas por ventilación se usa la siguiente fórmula:

$$Q_V = n \cdot c_p \cdot \rho \cdot \eta \cdot (T_i - T_e) \cdot 1,162$$

(3.8.4.3.2.1)

Donde:

$Q_V$ : Pérdida por ventilación

n: Número de personas

$c_p$ : Calor específico de aire (0,24 kcal/kg °C)

$\rho$ : Densidad del aire (1,205 kg/m<sup>3</sup>)

$\eta$ : Número de renovaciones por hora

$T_i$ : Temperatura interior del edificio

$T_e$ : Temperatura exterior

El valor del n° de personas se obtiene del CTE-DB-SI: Seguridad en caso de incendio, donde se especifica un número de personas en función de la superficie y el tipo de local.

#### **3.8.4.3.3 Pérdidas por puentes térmicos.**

Se consideran puentes térmicos las zonas de la envolvente del edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad, etc., lo que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos. Los puentes térmicos son partes sensibles de los edificios donde aumenta la posibilidad de producción de condensaciones superficiales, en la situación de invierno o épocas frías.

La fórmula usada para calcular las cargas por puentes térmicos es:

$$Q_p = L \cdot \varphi \cdot (T_e - T_i)$$

(3.8.4.3.3.1)

Donde:

$Q_p$ : Pérdidas por puentes térmicos.

$L$ : Longitud del puente térmico.

$\varphi$ : Coeficiente de transmisión

$T_i$ : Temperatura interior del edificio.

$T_e$ : Temperatura exterior.

### 3.8.4.4 Tipología de puentes térmicos.

En el apéndice A de del HE1 se clasifican los puentes térmicos más comunes en la edificación:

a) Puentes térmicos integrados en los cerramientos:

Pilares integrados en los cerramientos de las fachadas, contorno de huecos y lucernarios, cajas de persianas y otros puentes térmicos integrados.

b) Puentes térmicos formados por encuentro de cerramientos:

Frentes de forjado en las fachadas, uniones de cubiertas con fachadas, uniones de fachadas con cerramientos en contacto con el terreno, esquinas o encuentros de fachadas salientes o entrantes.

c) Encuentros de voladizos con fachadas,

d) Encuentros de tabiquería interior con fachadas.

En la siguiente figura se pueden observar los siguientes puentes térmicos:

1. Encuentro de fachada con cubierta.
2. Esquina saliente.
3. Contorno de huecos de fachada.
4. Esquina entrante.
5. Forjado inferior en contacto con el aire.
6. Unión de solera con pared exterior.
7. Encuentro de fachada con forjado.

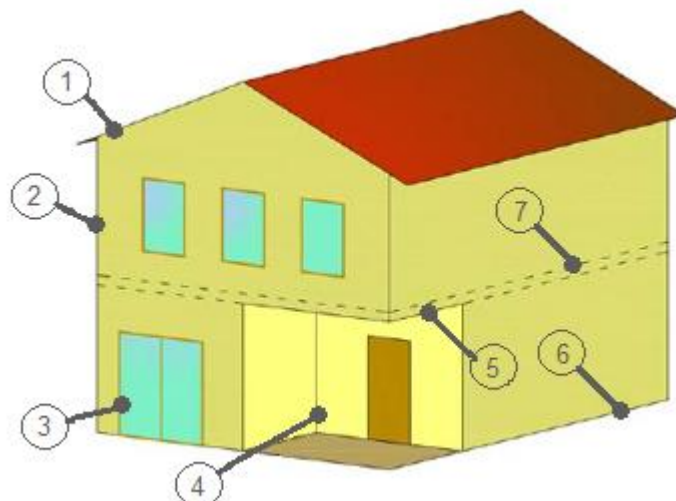


Figura 3.8.4.4.1– Tipos de puentes térmicos

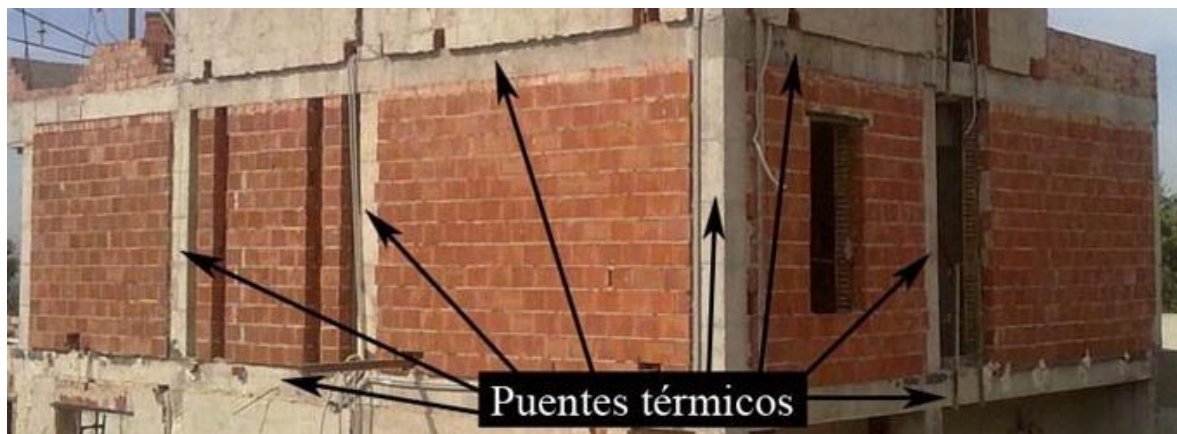


Figura 3.8.4.4.2

### 3.8.4.5 Pérdidas caloríficas por local.

En las tablas de este apartado se muestran los valores de las pérdidas caloríficas por transmisión, por ventilación y por puentes térmicos de cada uno de los locales, además de sus respectivas pérdidas caloríficas totales.

#### Planta Baja:

Lo hacemos para el mes más desfavorable que es Enero.

#### - Recepción.

Pérdidas por Transmisión					
<b>Cerramientos</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>K (W/m<sup>2</sup> °C)</b>	<b>Te (°C)</b>	<b>Ti (°C)</b>	<b>Qt,o (W)</b>
Muro exterior	28,28	0,49	3	21	249,43
Muro interior	54,62	0,49	21	21	0,00
Muro interior en contacto con el taller	24,00	0,49	15	21	70,55
Ventanas	3,60	1,84	3	21	119,23
Puertas	3,28	1,84	3	21	108,63
<b>Total</b>					<b>547,84</b>

Tabla 3.8.4.5.1 – Pérdidas por Transmisión

Pérdidas por Ventilación						
Personas	$C_p(\text{Kcal/Kg } ^\circ\text{C})$	$\rho (\text{Kg/m}^3)$	$\eta (\text{m}^2)$	$T_i (^\circ\text{C})$	$T_e(^\circ\text{C})$	$Q_v(\text{W})$
7	0,24	1,205	45	21	3	1905,41
Total						1905,41

Tabla 3.8.4.5.2 – Pérdidas por ventilación

Pérdidas por puentes térmicos					
Tipo:	Longitud (m)	$\phi (\text{W/m } ^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$T_i (^\circ\text{C})$	$Q_p (\text{W})$
Esquina saliente	2,80	0,16	3	21	8,06
Hueco ventana	11,60	0,27	3	21	56,38
Pilar	5,60	0,77	3	21	77,62
Unión solera pared exterior	11,84	0,13	3	21	27,71
Total					169,76

Tabla 3.8.4.5.3 – Pérdidas por puentes térmicos

Carga Térmica Total					
$Q_{t,o} (\text{W})$	$Q_v (\text{W})$	$Q_p (\text{W})$	$Z_{is}$	$Z_o$	$Q_{total} (\text{W})$
547,84	1905,41	169,76	0,1	0,18	3357,45
Total					3357,45

Tabla 3.8.4.5.4 – Carga térmica total

- **Aseo Masculino Planta Baja.**

Pérdidas por Transmisión					
Cerramientos	Superficie (m <sup>2</sup> )	$K (\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$T_i (^\circ\text{C})$	$Q_{t,o} (\text{W})$
Muro exterior	7,81	0,49	3	21	68,90
Muro interior	18,00	0,49	21	21	0,00
Ventanas	0	1,84	3	21	0,00
Puertas	0	1,84	3	21	0,00
Total					68,90

Tabla 3.8.4.5.5 – Pérdidas por Transmisión



Pérdidas por Ventilación						
Personas	$C_p(\text{Kcal/Kg } ^\circ\text{C})$	$\rho (\text{Kg/m}^3)$	$\eta (\text{m}^2)$	$T_i (^\circ\text{C})$	$T_e(^\circ\text{C})$	$Q_v (W)$
1	0,24	1,205	45	21	3	272,20
Total						272,20

Tabla 3.8.4.5.6 – Pérdidas por ventilación

Pérdidas por puentes térmicos					
Tipo:	Longitud (m)	$\phi (\text{W/m } ^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$T_i (^\circ\text{C})$	$Q_p (W)$
Esquina saliente	0	0,16	3	21	0,00
Hueco ventana	0	0,27	3	21	0,00
Pilar	0	0,77	3	21	0,00
Unión solera pared exterior	2,79	0,13	3	21	6,53
Total					6,53

Tabla 3.8.4.5.7 – Pérdidas por puentes térmicos

Carga Térmica Total					
$Q_{t,o} (W)$	$Q_v (W)$	$Q_p (W)$	$Z_{is}$	$Z_o$	$Q_{total} (W)$
68,90	272,20	6,53	0,1	0,07	406,73
Total					406,73

Tabla 3.8.4.5.8 – Carga térmica total

- **Aseo Femenino Planta Baja.**

Pérdidas por Transmisión					
Cerramientos	Superficie (m <sup>2</sup> )	$K (\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$T_i (^\circ\text{C})$	$Q_{t,o} (W)$
Muro exterior	0	0,49	3	21	0,00
Muro interior	25,82	0,49	21	21	0,00
Ventanas	0	1,84	3	21	0,00
Puertas	0	1,84	3	21	0,00
Total					0,00

Tabla 3.8.4.5.9– Pérdidas por Transmisión

Pérdidas por Ventilación						
Personas	$C_p(\text{Kcal/Kg } ^\circ\text{C})$	$\rho (\text{Kg/m}^3)$	$\eta (\text{m}^2)$	$T_i (^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$Q_v (W)$
1	0,24	1,205	45	21	3	272,20
Total						272,20

Tabla 3.8.4.5.10– Pérdidas por ventilación

Pérdidas por puentes térmicos					
Tipo:	Longitud (m)	$\phi (\text{W/m } ^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$T_i (^\circ\text{C})$	$Q_p (W)$
Esquina saliente	0	0,16	3	21	0,00
Hueco ventana	0	0,27	3	21	0,00
Pilar	0	0,77	3	21	0,00
Unión solera pared exterior	0	0,13	3	21	0,00
Total					0,00

Tabla 3.8.4.5.11 – Pérdidas por puentes térmicos

Carga Térmica Total					
$Q_{t,o} (W)$	$Q_v (W)$	$Q_p (W)$	$Z_{is}$	$Z_o$	$Q_{total} (W)$
0,00	272,20	0,00	0,1	0,07	318,47
Total					318,47

Tabla 3.8.4.5.12– Carga térmica total

- **Vestuario Femenino.**

Pérdidas por Transmisión					
Cerramientos	Superficie (m <sup>2</sup> )	$K (\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$T_i (^\circ\text{C})$	$Q_{t,o} (W)$
Muro exterior	14,78	0,49	3	21	130,39
Muro interior	49,08	0,49	21	21	0,00
Ventanas	0	1,84	3	21	0,00
Puertas	0	1,84	3	21	0,00
Total					130,39

Tabla 3.8.4.5.13– Pérdidas por Transmisión

Pérdidas por Ventilación						
Personas	$C_p(\text{Kcal/Kg } ^\circ\text{C})$	$\rho (\text{Kg/m}^3)$	$\eta (\text{m}^2)$	$T_i (^\circ\text{C})$	$T_e(^\circ\text{C})$	$Q_v (W)$
11	0,24	1,205	45	21	3	2994,21
Total						2994,21

Tabla 3.8.4.5.14– Pérdidas por ventilación

Pérdidas por puentes térmicos					
Tipo:	Longitud (m)	$\phi (\text{W/m } ^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$T_i (^\circ\text{C})$	$Q_p (W)$
Esquina saliente	0	0,16	3	21	0,00
Hueco ventana	0	0,27	3	21	0,00
Pilar	2,8	0,77	3	21	38,81
Unión solera pared exterior	5,25	0,13	3	21	12,29
Total					51,09

Tabla 3.8.4.5.15– Pérdidas por puentes térmicos

Carga Térmica Total					
$Q_{t,o} (W)$	$Q_v (W)$	$Q_p (W)$	$Z_{is}$	$Z_o$	$Q_{total} (W)$
130,39	2994,21	51,09	0,1	0,07	3715,57
Total					3715,57

Tabla 3.8.4.5.16– Carga térmica total

- **Vestuario Masculino.**

Pérdidas por Transmisión					
Cerramientos	Superficie (m <sup>2</sup> )	$K (\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$T_i (^\circ\text{C})$	$Q_{t,o} (W)$
Muro exterior	34,55	0,49	3	21	304,75
Muro interior	21,67	0,49	21	21	0,00
Muro interior en contacto con el taller	12,88	0,49	15	21	37,87
Ventanas	0	1,84	3	21	0,00
Puertas	0	1,84	3	21	0,00
Total					342,62

Tabla 3.8.4.5.17– Pérdidas por Transmisión

Pérdidas por Ventilación						
Personas	$C_p(\text{Kcal/Kg } ^\circ\text{C})$	$\rho (\text{Kg/m}^3)$	$\eta (\text{m}^2)$	$T_i (^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$Q_v (W)$
12	0,24	1,205	45	21	3	3266,41
Total						3266,41

Tabla 3.8.4.5.18– Pérdidas por ventilación

Pérdidas por puentes térmicos					
Tipo:	Longitud (m)	$\phi (\text{W/m } ^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$T_i (^\circ\text{C})$	$Q_p (W)$
Esquina saliente	2,8	0,16	3	21	8,06
Hueco ventana	0	0,27	3	21	0,00
Pilar	2,80	0,77	3	21	38,81
Unión solera pared exterior	12,34	0,13	3	21	28,88
Total					75,75

Tabla 3.8.4.5.19– Pérdidas por puentes térmicos

Carga Térmica Total					
$Q_{t,o} (W)$	$Q_v (W)$	$Q_p (W)$	$Z_{is}$	$Z_o$	$Q_{total} (W)$
342,62	3266,41	75,75	0,1	0,07	4311,18
Total					4311,18

Tabla 3.8.4.5.20– Carga térmica total

- **Pasillo Vestuarios.**

Pérdidas por Transmisión					
Cerramientos	Superficie (m <sup>2</sup> )	$K (\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$T_i (^\circ\text{C})$	$Q_{t,o} (W)$
Muro exterior	0	0,49	3	21	0,00
Muro interior	23,18	0,49	21	21	0,00
Muro interior en contacto con el taller	14,78	0,49	15	21	43,46
Ventanas	0	1,84	3	21	0,00
Puertas	1,64	1,84	15	21	18,11
Total					61,57

Tabla 3.8.4.5.21– Pérdidas por Transmisión

Pérdidas por Ventilación						
Personas	$C_p(\text{Kcal/Kg } ^\circ\text{C})$	$\rho (\text{Kg/m}^3)$	$\eta (\text{m}^2)$	$T_i (^\circ\text{C})$	$T_e(^\circ\text{C})$	$Q_v (W)$
1	0,24	1,205	45	21	3	272,20
Total						272,20

Tabla 3.8.4.5.22– Pérdidas por ventilación

Pérdidas por puentes térmicos					
Tipo:	Longitud (m)	$\phi (\text{W/m } ^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$T_i (^\circ\text{C})$	$Q_p (W)$
Esquina saliente	0	0,16	3	21	0,00
Hueco ventana	0	0,27	3	21	0,00
Pilar	0	0,77	3	21	0,00
Unión solera pared exterior	0	0,13	3	21	0,00
Total					0,00

Tabla 3.8.4.5.23– Pérdidas por puentes térmicos

Carga Térmica Total					
$Q_{t,o} (W)$	$Q_v (W)$	$Q_p (W)$	$Z_{is}$	$Z_o$	$Q_{total} (W)$
61,57	272,20	0,00	0,1	0,22	440,58
Total					440,58

Tabla 3.8.4.5.24– Carga térmica total

**Entreplanta:****- Pasillo.**

Pérdidas por Transmisión					
Cerramientos	Superficie (m <sup>2</sup> )	$K (\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$T_i (^\circ\text{C})$	$Q_{t,o} (W)$
Muro exterior	27,58	0,49	3	21	243,26
Muro interior	75,94	0,49	21	21	0,00
Muro interior en contacto con el taller	39,48	0,49	15	21	116,07
Ventanas	0	1,84	3	21	0,00
Puertas	0	1,84	3	21	0,00
Total					359,33

Tabla 3.8.4.5.25– Pérdidas por Transmisión

Pérdidas por Ventilación						
Personas	$C_p(\text{Kcal/Kg } ^\circ\text{C})$	$\rho (\text{Kg/m}^3)$	$\eta (\text{m}^2)$	$T_i (^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$Q_v (W)$
1	0,24	1,205	45	21	3	272,20
Total						272,20

Tabla 3.8.4.5.26– Pérdidas por ventilación

Pérdidas por puentes térmicos					
Tipo:	Longitud (m)	$\phi (\text{W/m } ^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$T_i (^\circ\text{C})$	$Q_p (W)$
Encuentro fachada con forjado	9,88	0,41	3	21	72,91
Hueco ventana	11,60	0,27	3	21	56,38
Pilar	2,80	0,77	3	21	38,81
Esquina saliente	2,8	0,16	3	21	8,06
Encuentro de fachada con cubierta	7,24	0,46	3	21	59,95
Total					236,11

Tabla 3.8.4.5.27– Pérdidas por puentes térmicos

Carga Térmica Total					
$Q_{t,o} (W)$	$Q_v (W)$	$Q_p (W)$	$Z_{is}$	$Z_o$	$Q_{total} (W)$
359,33	272,20	236,11	0,1	0,18	1110,58
Total					1110,58

Tabla 3.8.4.5.28– Carga térmica total

- Sala de Limpieza

Pérdidas por Transmisión					
Cerramientos	Superficie (m <sup>2</sup> )	$K (\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$T_i (^\circ\text{C})$	$Q_{t,o} (W)$
Muro exterior	10,58	0,49	3	21	93,35
Muro interior	25,20	0,49	21	21	0,00
Ventanas	0	1,84	3	21	0,00
Puertas	0	1,84	3	21	0,00
Total					93,35

Tabla 3.8.4.5.29– Pérdidas por Transmisión

Pérdidas por Ventilación						
Personas	$C_p(\text{Kcal/Kg } ^\circ\text{C})$	$\rho (\text{Kg/m}^3)$	$\eta (\text{m}^2)$	$T_i (^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$Q_v (W)$
0	0,24	1,205	45	21	3	0,00
<b>Total</b>						<b>0,00</b>

Tabla 3.8.4.5.30– Pérdidas por ventilación

Pérdidas por puentes térmicos					
Tipo:	Longitud (m)	$\phi (\text{W/m } ^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$T_i (^\circ\text{C})$	$Q_p (W)$
Encuentro fachada con forjado	3,78	0,41	3	21	27,90
Hueco ventana	0	0,27	3	21	0,00
Pilar	2,8	0,77	3	21	38,81
Esquina saliente	0	0,16	3	21	0,00
Encuentro de fachada con cubierta	3,78	0,46	3	21	31,30
<b>Total</b>					<b>98,00</b>

Tabla 3.8.4.5.31– Pérdidas por puentes térmicos

Carga Térmica Total					
$Q_{t,o} (W)$	$Q_v (W)$	$Q_p (W)$	$Z_{is}$	$Z_o$	$Q_{total} (W)$
93,35	0,00	98,00	0,1	0,07	223,88
<b>Total</b>					<b>223,88</b>

Tabla 3.8.4.5.32– Carga térmica total

- **Aseo Masculino Entreplanta.**

Pérdidas por Transmisión					
Cerramientos	Superficie (m <sup>2</sup> )	$K (\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$T_i (^\circ\text{C})$	$Q_{t,o} (W)$
Muro exterior	0	0,49	3	21	0,00
Muro interior	25,93	0,49	21	21	0,00
Ventanas	0	1,84	3	21	0,00
Puertas	0	1,84	3	21	0,00
<b>Total</b>					<b>0,00</b>

Tabla 3.8.4.5.33– Pérdidas por Transmisión

Pérdidas por Ventilación						
Personas	$C_p(\text{Kcal/Kg } ^\circ\text{C})$	$\rho (\text{Kg/m}^3)$	$\eta (\text{m}^2)$	$T_i (^\circ\text{C})$	$T_e(^\circ\text{C})$	$Q_v (W)$
1	0,24	1,205	45	21	3	272,20
<b>Total</b>						<b>272,20</b>

Tabla 3.8.4.5.34– Pérdidas por ventilación

Pérdidas por puentes térmicos					
Tipo:	Longitud (m)	$\phi (\text{W/m } ^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$T_i (^\circ\text{C})$	$Q_p (W)$
Encuentro fachada con forjado	0	0,41	3	21	0,00
Hueco ventana	0	0,27	3	21	0,00
Pilar	0	0,77	3	21	0,00
Esquina saliente	0	0,16	3	21	0,00
Unión solera pared exterior	0	0,13	3	21	0,00
<b>Total</b>					<b>0,00</b>

Tabla 3.8.4.5.35– Pérdidas por puentes térmicos

Carga Térmica Total					
$Q_{t,o} (W)$	$Q_v (W)$	$Q_p (W)$	$Z_{is}$	$Z_o$	$Q_{total} (W)$
0,00	272,20	0,00	0,1	0,07	318,47
<b>Total</b>					<b>318,47</b>

Tabla 3.8.4.5.36– Carga térmica total

- **Aseo Femenino Entreplanta.**

Pérdidas por Transmisión					
Cerramientos	Superficie (m <sup>2</sup> )	$K (\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$T_i (^\circ\text{C})$	$Q_{t,o} (W)$
Muro exterior	0	0,49	3	21	0,00
Muro interior	25,93	0,49	21	21	0,00
Ventanas	0	1,84	3	21	0,00
Puertas	0	1,84	3	21	0,00
<b>Total</b>					<b>0,00</b>

Tabla 3.8.4.5.37– Pérdidas por Transmisión



Pérdidas por Ventilación						
Personas	Cp(Kcal/Kg °C)	$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )	$\eta$ (m <sup>2</sup> )	Ti (°C)	Te(°C)	Qv (W)
1	0,24	1,205	45	21	3	272,20
Total						272,20

Tabla 3.8.4.5.38– Pérdidas por ventilación

Pérdidas por puentes térmicos					
Tipo:	Longitud (m)	$\phi$ (W/m °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qp (W)
Encuentro fachada con forjado	0	0,41	3	21	0,00
Hueco ventana	0	0,27	3	21	0,00
Pilar	0	0,77	3	21	0,00
Esquina saliente	0	0,16	3	21	0,00
Encuentro fachada con cubierta	0	0,46	3	21	0,00
Total					0,00

Tabla 3.8.4.5.39– Pérdidas por puentes térmicos

Carga Térmica Total					
Qt,o (W)	Qv (W)	Qp (W)	Zis	Zo	Qtotal (W)
0,00	272,20	0,00	0,1	0,07	318,47
Total					318,47

Tabla 3.8.4.5.40– Carga térmica total

- **Oficina**

Pérdidas por Transmisión					
Cerramientos	Superficie (m <sup>2</sup> )	K (W/m <sup>2</sup> °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qt,o (W)
Muro exterior	14,78	0,49	3	21	130,39
Muro interior	45,58	0,49	21	21	0,00
Ventanas	1,26	1,84	3	21	41,73
Puertas	0	1,84	3	21	0,00
Total					172,13

Tabla 3.8.4.5.41– Pérdidas por Transmisión

Pérdidas por Ventilación						
Personas	$C_p(\text{Kcal/Kg } ^\circ\text{C})$	$\rho (\text{Kg/m}^3)$	$\eta (\text{m}^2)$	$T_i (^\circ\text{C})$	$T_e(^\circ\text{C})$	$Q_v (W)$
3	0,24	1,205	45	21	3	816,60
Total						816,60

Tabla 3.8.4.5.42– Pérdidas por ventilación

Pérdidas por puentes térmicos					
Tipo:	Longitud (m)	$\phi (\text{W/m } ^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$T_i (^\circ\text{C})$	$Q_p (W)$
Encuentro fachada con forjado	5,28	0,41	3	21	38,97
Hueco ventana	4,6	0,27	3	21	22,36
Pilar	2,8	0,77	3	21	38,81
Esquina saliente	0	0,16	3	21	0,00
Encuentro de fachada con cubierta	5,28	0,46	3	21	43,72
Total					143,85

Tabla 3.8.4.5.43– Pérdidas por puentes térmicos

Carga Térmica Total					
$Q_{t,o} (W)$	$Q_v (W)$	$Q_p (W)$	$Z_{is}$	$Z_o$	$Q_{total} (W)$
172,13	816,60	143,85	0,1	0,07	1325,12
Total					1325,12

Tabla 3.8.4.5.44– Carga térmica total

- Sala de Juntas.

Pérdidas por Transmisión					
Cerramientos	Superficie (m <sup>2</sup> )	$K (\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$T_i (^\circ\text{C})$	$Q_{t,o} (W)$
Muro exterior	37,62	0,49	3	21	$Q_{t,o} (W)$
Muro interior	21,67	0,49	21	21	331,83
Muro en contacto con el taller	15,96	0,49	15	21	0,00
Ventanas	3,06	1,84	3	21	46,92
Puertas	0	1,84	3	21	0,00
Total					480,10

Tabla 3.8.4.5.45– Pérdidas por Transmisión

Pérdidas por Ventilación						
Personas	$C_p(\text{Kcal/Kg } ^\circ\text{C})$	$\rho (\text{Kg/m}^3)$	$\eta (\text{m}^2)$	$T_i (^\circ\text{C})$	$T_e(^\circ\text{C})$	$Q_v (W)$
5	0,24	1,205	45	21	3	1361,00
<b>Total</b>						<b>1361,00</b>

Tabla 3.8.4.5.46– Pérdidas por ventilación

Pérdidas por puentes térmicos					
Tipo:	Longitud (m)	$\phi (\text{W/m } ^\circ\text{C})$	$T_e (^\circ\text{C})$	$T_i (^\circ\text{C})$	$Q_p (W)$
Encuentro fachada con forjado	13,44	0,41	3	21	99,19
Hueco ventana	10,40	0,27	3	21	50,54
Pilar	2,80	0,77	3	21	38,81
Esquina saliente	2,80	0,16	3	21	8,06
Unión solera pared exterior	5,7	0,46	3	21	47,20
<b>Total</b>					<b>243,80</b>

Tabla 3.8.4.5.47– Pérdidas por puentes térmicos

Carga Térmica Total					
$Q_{t,o} (W)$	$Q_v (W)$	$Q_p (W)$	$Z_{is}$	$Z_o$	$Q_{total} (W)$
480,10	1361,00	243,80	0,1	0,07	2439,34
<b>Total</b>					<b>2439,34</b>

Tabla 3.8.4.5.48– Carga térmica total

**La carga calorífica total es de 17285,85 W**

### 3.8.5 PÉRDIDAS CALORÍFICAS EN LA INSTALACIÓN DE REFRIGERACIÓN

#### 3.8.5.1 Temperaturas de cálculo.

Las temperaturas de cálculo se han obtenido de acuerdo a lo especificado en el RITE para la temperatura interior y de acuerdo a los datos del Instituto Nacional de Meteorología para la exterior.

	Temperatura (°C)
Exterior	28
Interior	24

Tabla 3.8.5.1.1 – Temperaturas de cálculo

#### 3.8.5.2 Características de los locales.

La superficie de los locales, sus cerramientos y la orientación de estos, son los que se muestran en la instalación de calefacción.

#### 3.8.5.3 Cálculo de las pérdidas caloríficas.

Las pérdidas caloríficas se dividen en 5 tipos diferentes:

- Pérdidas por transmisión.
- Pérdidas por ventilación.
- Pérdidas por puentes térmicos.
- Pérdidas por iluminación.
- Pérdidas por ocupación.

La suma de estos 5 tipos de pérdidas multiplicadas por un coeficiente de interrupción de servicio y por un coeficiente de orientación, proporcionan el valor de las pérdidas caloríficas.

El coeficiente de interrupción de servicio es para todos los casos 0,10.

Por otro lado, los valores del coeficiente de orientación (ZO) se muestran en la Tabla 3.8.4.3.1 de este anexo.

**3.8.5.3.1 Pérdidas por transmisión en los cerramientos**

Se calcula igual que en la instalación de calefacción.

**3.8.5.3.2 Pérdidas por ventilación**

Se calcula igual que en la instalación de calefacción

**3.8.5.3.3 Pérdidas por puentes térmicos**

Se calcula igual que en la instalación de calefacción.

**3.8.5.3.4 Pérdidas por ocupación**

Para calcular las pérdidas por ocupación se multiplica el calor que produce cada persona por el número de personas en cada local.

Cada persona tiene un calor latente de 71 W, por lo que será este el dato utilizado para calcular el calor producido en cada local por sus ocupantes.

En el apartado pérdidas caloríficas por local se muestran los valores de las pérdidas por ocupación de cada local ( $Q_o$ ).

**3.8.5.3.5 Pérdidas por iluminación.**

Para el cálculo de las pérdidas por iluminación se realiza el cálculo del calor suministrado por cada elemento de iluminación.

Cada uno de estos elementos de iluminación genera un calor diferente dependiendo de sus características, tanto de potencia como de materiales o diseño.

**3.8.5.4 Pérdidas caloríficas por local.**

En las tablas de este apartado se muestran los valores de las pérdidas caloríficas por transmisión, por ventilación, por puentes térmicos, por ocupación y por iluminación de cada uno de los locales, además de sus respectivas pérdidas caloríficas totales.

**PLANTA BAJA****- Recepción.**

<b>Pérdidas por Transmisión</b>					
<b>Cerramientos</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>K (W/m<sup>2</sup> °C)</b>	<b>Te (°C)</b>	<b>Ti (°C)</b>	<b>Qt,o (W)</b>
Muro exterior	28,28	0,49	28	24	55,43
Muro interior	54,62	0,49	24	24	0,00
Muro interior en contacto con el taller	23,99	0,49	25	24	11,76
Ventanas	3,60	1,84	28	24	26,50
Puertas	3,28	1,84	28	24	24,14
<b>Total</b>					<b>117,82</b>

Tabla 3.8.5.4.1 – Pérdidas por Transmisión

<b>Pérdidas por Ventilación</b>						
<b>Personas</b>	<b>Cp(Kcal/Kg °C)</b>	<b><math>\rho</math> (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b><math>\eta</math> (m<sup>2</sup>)</b>	<b>TI (°C)</b>	<b>Te(°C)</b>	<b>Qv (W)</b>
7	0,24	1,205	45	24	28	423,42
<b>Total</b>						<b>423,42</b>

Tabla 3.8.5.4.2 – Pérdidas por ventilación

<b>Pérdidas por puentes térmicos</b>					
<b>Tipo:</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b><math>\phi</math> (W/m °C)</b>	<b>Te (°C)</b>	<b>Ti (°C)</b>	<b>Qp (W)</b>
Esquina saliente	2,80	0,16	28	24	1,79
Hueco ventana	11,60	0,27	28	24	12,53
Pilar	5,60	0,77	28	24	17,25
Unión solera pared exterior	11,84	0,13	28	24	6,16
<b>Total</b>					<b>37,72</b>

Tabla 3.8.5.4.3 – Pérdidas por puentes térmicos

Pérdidas por Iluminación		
Nº de luminarias	Potencia (W)	Potencia total (W)
18	13	234
	<b>Total</b>	<b>234</b>

Tabla 3.8.5.4. – Pérdidas por Iluminación

Pérdidas por Ocupación		
Nº de personas	Potencia (W)	Potencia total (W)
7	71	497
	<b>Total</b>	<b>497</b>

Tabla 3.8.5.4.5 – Pérdidas por Ocupación

Carga Térmica Total						
Qt,o (W)	Qv (W)	Qp (W)	Qi (W)	Qo (W)	Zis	Zo
117,82	423,42	37,72	234	497	0,1	0,18
					<b>Total</b>	<b>1676,76</b>

Tabla 3.8.5.4.6 – Carga térmica total

- **Aseo Masculino Planta Baja.**

Pérdidas por Transmisión					
Cerramientos	Superficie (m2)	K (W/m2 °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qt,o (W)
Muro exterior	7,81	0,49	28	24	15,31
Muro interior	18,00	0,49	24	24	0,00
Ventanas	0	1,84	28	24	0,00
Puertas	0	1,84	28	24	0,00
				Total	15,31

Tabla 3.8.5.4.7– Pérdidas por Transmisión

Pérdidas por Ventilación						
Personas	Cp(Kcal/Kg °C)	$\rho$ (Kg/m3)	$\eta$ (m2)	Ti (°C)	Te(°C)	Qv (W)
1	0,24	1,205	45	24	28	60,49
					<b>Total</b>	<b>60,49</b>

Tabla 3.8.5.4.8 – Pérdidas por ventilación

Pérdidas por puentes térmicos					
<i>Tipo:</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i><math>\phi</math> (W/m °C)</i>	<i>Te (°C)</i>	<i>Ti (°C)</i>	<i>Qp (W)</i>
Esquina saliente	0	0,16	28	24	0,00
Hueco ventana	0	0,27	28	24	0,00
Pilar	0	0,77	28	24	0,00
Unión solera pared exterior	2,79	0,13	28	24	1,45
<b>Total</b>					<b>1,45</b>

Tabla 3.8.5.4.9 – Pérdidas por puentes térmicos

Pérdidas por Iluminación		
<i>Nº de luminarias</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Potencia total (W)</i>
1	46	46
<b>Total</b>		<b>46</b>

Tabla 3.8.5.4.10 – Pérdidas por Iluminación

Pérdidas por Ocupación		
<i>Nº de personas</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Potencia total (W)</i>
1	71	71
<b>Total</b>		<b>71</b>

Tabla 3.8.5.4.11 – Pérdidas por Ocupación

Carga Térmica Total						
<i>Qt,o (W)</i>	<i>Qv (W)</i>	<i>Qp (W)</i>	<i>Qi (W)</i>	<i>Qo (W)</i>	<i>Zis</i>	<i>Zo</i>
15,31	60,49	1,45	46	71	0,1	0,07
<b>Total</b>						<b>227,27</b>

Tabla 3.8.5.4.12 – Carga térmica total

### Aseo Femenino Planta Baja.

Pérdidas por Transmisión					
<i>Cerramientos</i>	<i>Superficie (m2)</i>	<i>K (W/m2 °C)</i>	<i>Te (°C)</i>	<i>Ti (°C)</i>	<i>Qt,o (W)</i>



Muro exterior	0	0,49	28	24	0,00
Muro interior	25,82	0,49	24	24	0,00
Ventanas	0	1,84	28	24	0,00
Puertas	0	1,84	28	24	0,00
<b>Total</b>					<b>0,00</b>

Tabla 3.8.5.4.13– Pérdidas por Transmisión

<b>Pérdidas por Ventilación</b>						
<b>Personas</b>	<b><math>C_p</math>(Kcal/Kg °C)</b>	<b><math>\rho</math> (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b><math>\eta</math> (m<sup>2</sup>)</b>	<b><math>T_i</math> (°C)</b>	<b><math>T_e</math>(°C)</b>	<b><math>Q_v</math> (W)</b>
1	0,24	1,205	45	24	28	60,49
<b>Total</b>						<b>60,49</b>

Tabla 3.8.5.4.14– Pérdidas por ventilación

<b>Pérdidas por puentes térmicos</b>					
<b>Tipo:</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b><math>\phi</math> (W/m °C)</b>	<b><math>T_e</math> (°C)</b>	<b><math>T_i</math> (°C)</b>	<b><math>Q_p</math> (W)</b>
Esquina saliente	0	0,16	28	24	0,00
Hueco ventana	0	0,27	28	24	0,00
Pilar	0	0,77	28	24	0,00
Unión solera pared exterior	0	0,13	28	24	0,00
<b>Total</b>					<b>0,00</b>

Tabla 3.8.5.4.15– Pérdidas por puentes térmicos

<b>Pérdidas por Iluminación</b>		
<b>Nº de luminarias</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Potencia total (W)</b>
1	46	46
<b>Total</b>		<b>46</b>

Tabla 3.8.5.4.16– Pérdidas por Iluminación

<b>Pérdidas por Ocupación</b>		
<b>Nº de personas</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Potencia total (W)</b>
1	71	71
<b>Total</b>		<b>71</b>

Tabla 3.8.5.4.17– Pérdidas por Ocupación

Carga Térmica Total						
$Q_{t,o}$ (W)	$Q_v$ (W)	$Q_p$ (W)	$Q_i$ (W)	$Q_o$ (W)	$Z_{is}$	$Z_o$
0,00	60,49	0,00	46	71	0,1	0,07
					<b>Total</b>	<b>207,66</b>

Tabla 3.8.5.4.18– Carga térmica total

### Vestuario Femenino

Pérdidas por Transmisión					
Cerramientos	Superficie (m2)	K (W/m2 °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qt,o (W)
Muro exterior	14,78	0,49	28	24	28,98
Muro interior	49,08	0,49	24	24	0,00
Ventanas	0	1,84	28	24	0,00
Puertas	0	1,84	28	24	0,00
				TOTAL	28,98

Tabla 3.8.5.4.19– Pérdidas por Transmisión

Pérdidas por Ventilación						
Personas	$C_p$ (Kcal/Kg °C)	$\rho$ (Kg/m3)	$\eta$ (m2)	$T_i$ (°C)	$T_e$ (°C)	$Q_v$ (W)
11	0,24	1,205	45	24	28	665,38
					<b>Total</b>	<b>665,38</b>

Tabla 3.8.5.4.20– Pérdidas por ventilación

Pérdidas por puentes térmicos					
<i>Tipo:</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>ϕ (W/m °C)</i>	<i>Te (°C)</i>	<i>Ti (°C)</i>	<i>Qp (W)</i>
Esquina saliente	0	0,16	28	24	0,00
Hueco ventana	0	0,27	28	24	0,00
Pilar	2,80	0,77	28	24	8,62
Unión solera pared exterior	5,25	0,13	28	24	2,73
				<b>Total</b>	<b>11,35</b>

Tabla 3.8.5.4.21– Pérdidas por puentes térmicos

Pérdidas por Iluminación		
Nº de luminarias	Potencia (W)	Potencia total (W)
8	36	288
	<b>Total</b>	<b>288</b>

Tabla 3.8.5.4.22– Pérdidas por Iluminación

Pérdidas por Ocupación		
Nº de personas	Potencia (W)	Potencia total (W)
11	71	781
	<b>Total</b>	<b>781</b>

Tabla 3.8.5.4.23– Pérdidas por Ocupación

Carga Térmica Total						
Qt,o (W)	Qv (W)	Qp (W)	Qi (W)	Qo (W)	Zis	Zo
28,98	665,38	11,35	288	781	0,1	0,07
					<b>Total</b>	<b>2076,41</b>

Tabla 3.8.5.4.24– Carga térmica total

### Vestuario Masculino

Pérdidas por Transmisión					
Cerramientos	Superficie (m2)	K (W/m2 °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qt,o (W)
Muro exterior	34,55	0,49	28	24	67,72
Muro interior	21,67	0,49	28	24	42,48
Muro interior en contacto con el taller	12,88	0,49	25	24	6,31
Ventanas	0,00	1,84	28	24	0,00
Puertas	0,00	1,84	28	24	0,00
				Total	116,51

Tabla 3.8.5.4.25– Pérdidas por Transmisión

Pérdidas por Ventilación						
Personas	Cp(Kcal/Kg °C)	$\rho$ (Kg/m3)	$\eta$ (m2)	TI (°C)	Te(°C)	Qv (W)
12	0,24	1,205	45	24	28	725,87

<b>Total</b>	<b>725,87</b>
--------------	---------------

Tabla 3.8.5.4.26– Pérdidas por ventilación

Pérdidas por puentes térmicos					
<i>Tipo:</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i><math>\phi</math> (W/m °C)</i>	<i>Te (°C)</i>	<i>Ti (°C)</i>	<i>Qp (W)</i>
Esquina saliente	2,80	0,16	28	24	1,79
Hueco ventana	0	0,27	28	24	0,00
Pilar	2,80	0,77	28	24	8,62
Unión solera pared exterior	12,34	0,13	28	24	6,42
<b>Total</b>					<b>16,83</b>

Tabla 3.8.5.4.27– Pérdidas por puentes térmicos

Pérdidas por Iluminación		
<i>Nº de luminarias</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Potencia total (W)</i>
8	36	288
<b>Total</b>		<b>288</b>

Tabla 3.8.5.4.28– Pérdidas por Iluminación

Pérdidas por Ocupación		
<i>Nº de personas</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Potencia total (W)</i>
12	71	852
<b>Total</b>		<b>852</b>

Tabla 3.8.5.4.29– Pérdidas por Ocupación

Carga Térmica Total						
<i>Qt,o (W)</i>	<i>Qv (W)</i>	<i>Qp (W)</i>	<i>Qi (W)</i>	<i>Qo (W)</i>	<i>Zis</i>	<i>Zo</i>
116,51	725,87	16,83	288	852	0,1	0,07
<b>Total</b>						<b>2339,08</b>

Tabla 3.8.5.4.30– Carga térmica total

**Pasillo Vestuarios**

<b>Pérdidas por Transmisión</b>					
<b>Cerramientos</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>K (W/m<sup>2</sup> °C)</b>	<b>Te (°C)</b>	<b>Ti (°C)</b>	<b>Qt,o (W)</b>
Muro exterior	0	0,49	28	24	0,00
Muro interior	23,18	0,49	24	24	0,00
Muro interior en contacto con el taller	14,78	0,49	25	24	7,24
Ventanas	0	1,84	28	24	0,00
Puertas	1,64	1,84	25	24	3,02
<b>Total</b>					<b>10,26</b>

Tabla 3.8.5.4.31– Pérdidas por Transmisión

<b>Pérdidas por Ventilación</b>						
<b>Personas</b>	<b>Cp(Kcal/Kg °C)</b>	<b><math>\rho</math> (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b><math>\eta</math> (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Ti (°C)</b>	<b>Te(°C)</b>	<b>Qv (W)</b>
1	0,24	1,205	45	24	28	60,49
<b>Total</b>						<b>60,49</b>

Tabla 3.8.5.4.32– Pérdidas por ventilación

<b>Pérdidas por puentes térmicos</b>					
<b>Tipo:</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b><math>\phi</math> (W/m °C)</b>	<b>Te (°C)</b>	<b>Ti (°C)</b>	<b>Qp (W)</b>
Esquina saliente	0	0,16	28	24	0,00
Hueco ventana	0	0,27	28	24	0,00
Pilar	0	0,77	28	24	0,00
Unión solera pared exterior	0	0,13	28	24	0,00
<b>Total</b>					<b>0,00</b>

Tabla 3.8.5.4.33– Pérdidas por puentes térmicos

<b>Pérdidas por Iluminación</b>		
<b>Nº de luminarias</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Potencia total (W)</b>
2	23	46
<b>Total</b>		<b>46</b>

Tabla 3.8.5.4.34– Pérdidas por Iluminación

Pérdidas por Ocupación		
Nº de personas	Potencia (W)	Potencia total (W)
1	71	71
	<b>Total</b>	<b>71</b>

Tabla 3.8.5.4.35– Pérdidas por Ocupación

Carga Térmica Total						
$Q_{t,o}$ (W)	$Q_v$ (W)	$Q_p$ (W)	$Q_i$ (W)	$Q_o$ (W)	$Z_{is}$	$Z_o$
10,26	60,49	0,00	46	71	0,1	0,22
<b>Total</b>						<b>247,83</b>

Tabla 3.8.5.4.36– Carga térmica total

## Entreplanta

### Pasillo arriba

Pérdidas por Transmisión					
Cerramientos	Superficie (m <sup>2</sup> )	K (W/m <sup>2</sup> °C)	Te (°C)	Ti (°C)	$Q_{t,o}$ (W)
Muro exterior	27,58	0,49	28	24	54,06
Muro interior	75,94	0,49	24	24	0,00
Muro interior en contacto con el taller	39,48	0,49	25	24	19,35
Ventanas	0,00	1,84	28	24	0,00
Puertas	0,00	1,84	28	24	0,00
<b>Total</b>					<b>73,40</b>

Tabla 3.8.5.4.37– Pérdidas por Transmisión

Pérdidas por Ventilación						
Personas	$C_p$ (Kcal/Kg °C)	$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )	$\eta$ (m <sup>2</sup> )	Ti (°C)	Te(°C)	$Q_v$ (W)
1	0,24	1,205	45	24	28	<b>60,49</b>
<b>Total</b>						<b>60,49</b>

Tabla 3.8.5.4.38– Pérdidas por ventilación

Pérdidas por puentes térmicos					
<i>Tipo:</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i><math>\phi</math> (W/m °C)</i>	<i>Te (°C)</i>	<i>Ti (°C)</i>	<i>Qp (W)</i>
Encuentro fachada con forjado	9,88	0,41	28	24	16,20
Hueco ventana	11,60	0,27	28	24	12,53
Pilar	2,80	0,77	28	24	8,62
Esquina saliente	2,80	0,16	28	24	1,79
Encuentro de fachada con cubierta	7,24	0,46	28	24	13,32
<b>Total</b>					<b>52,47</b>

Tabla 3.8.5.4.39– Pérdidas por puentes térmicos

Pérdidas por Iluminación		
<i>Nº de luminarias</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Potencia total (W)</i>
10	13	130
<b>Total</b>		<b>130</b>

Tabla 3.8.5.4.40– Pérdidas por Iluminación

Pérdidas por Ocupación		
<i>Nº de personas</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Potencia total (W)</i>
1	71	71
<b>Total</b>		<b>71</b>

Tabla 3.8.5.4.41– Pérdidas por Ocupación

Carga Térmica Total						
<i>Qt,o (W)</i>	<i>Qv (W)</i>	<i>Qp (W)</i>	<i>Qi (W)</i>	<i>Qo (W)</i>	<i>Zis</i>	<i>Zo</i>
73,40	60,49	52,47	130	71	0,1	0,18
<b>Total</b>						<b>495,82</b>

Tabla 3.8.5.4.42– Carga térmica total

**Sala de Limpieza**

<b>Pérdidas por Transmisión</b>					
<b>Cerramientos</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>K (W/m<sup>2</sup> °C)</b>	<b>Te (°C)</b>	<b>Ti (°C)</b>	<b>Qt,o (W)</b>
Muro exterior	10,58	0,49	28	24	20,74
Muro interior	25,20	0,49	24	24	0,00
Ventanas	0	1,84	28	24	0,00
Puertas	0	1,84	28	24	0,00
<b>Total</b>					<b>20,74</b>

Tabla 3.8.5.4.43– Pérdidas por Transmisión

<b>Pérdidas por Ventilación</b>						
<b>Personas</b>	<b>Cp(Kcal/Kg °C)</b>	<b><math>\rho</math> (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b><math>\eta</math> (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Ti (°C)</b>	<b>Te(°C)</b>	<b>Qv (W)</b>
0	0,24	1,205	45	24	28	<b>0,00</b>
<b>Total</b>						<b>0,00</b>

Tabla 3.8.5.4.44– Pérdidas por ventilación

<b>Pérdidas por puentes térmicos</b>					
<b>Tipo:</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b><math>\phi</math> (W/m °C)</b>	<b>Te (°C)</b>	<b>Ti (°C)</b>	<b>Qp (W)</b>
Encuentro fachada con forjado	3,78	0,41	28	24	6,20
Hueco ventana	0	0,27	28	24	0,00
Pilar	2,80	0,77	28	24	8,62
Esquina saliente	0	0,16	28	24	0,00
Encuentro de fachada con cubierta	3,78	0,46	28	24	6,96
<b>Total</b>					<b>21,78</b>

Tabla 3.8.5.4.45– Pérdidas por puentes térmicos

<b>Pérdidas por Iluminación</b>		
<b>Nº de luminarias</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Potencia total (W)</b>
1	46	46
<b>Total</b>		<b>46</b>

Tabla 3.8.5.4.46– Pérdidas por Iluminación



Pérdidas por Ocupación		
Nº de personas	Potencia (W)	Potencia total (W)
0	71	0
	<b>Total</b>	<b>0</b>

Tabla 3.8.5.4.47– Pérdidas por Ocupación

Carga Térmica Total						
$Q_{t,o}$ (W)	$Q_v$ (W)	$Q_p$ (W)	$Q_i$ (W)	$Q_o$ (W)	$Z_{is}$	$Z_o$
20,74	0,00	21,78	46	0	0,1	0,07
					<b>Total</b>	<b>103,57</b>

Tabla 3.8.5.4.48– Carga térmica total

### Aseo Masculino Entreplanta

Pérdidas por Transmisión					
Cerramientos	Superficie (m <sup>2</sup> )	$K$ (W/m <sup>2</sup> °C)	$T_e$ (°C)	$T_i$ (°C)	$Q_{t,o}$ (W)
Muro exterior	0	0,49	28	24	0,00
Muro interior	25,93	0,49	24	24	0,00
Ventanas	0	1,84	28	24	0,00
Puertas	0	1,84	28	24	0,00
				<b>Total</b>	<b>0,00</b>

Tabla 3.8.5.4.49– Pérdidas por Transmisión

Pérdidas por Ventilación						
Personas	$C_p$ (Kcal/Kg °C)	$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )	$\eta$ (m <sup>2</sup> )	$T_i$ (°C)	$T_e$ (°C)	$Q_v$ (W)
1	0,24	1,205	45	24	28	60,49
					<b>Total</b>	<b>60,49</b>

Tabla 3.8.5.4.50– Pérdidas por ventilación

Pérdidas por puentes térmicos					
<i>Tipo:</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i><math>\phi</math> (W/m °C)</i>	<i>Te (°C)</i>	<i>Ti (°C)</i>	<i>Qp (W)</i>
Encuentro fachada con forjado	0	0,41	28	24	0,00
Hueco ventana	0	0,27	28	24	0,00
Pilar	0	0,77	28	24	0,00
Esquina saliente	0	0,16	28	24	0,00
Encuentro de fachada con cubierta	0	0,46	28	24	0,00
<b>Total</b>					<b>0,00</b>

Tabla 3.8.5.4.51– Pérdidas por puentes térmicos

Pérdidas por Iluminación		
<i>Nº de luminarias</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Potencia total (W)</i>
1	46	46
<b>Total</b>		<b>46</b>

Tabla 3.8.5.4.52– Pérdidas por Iluminación

Pérdidas por Ocupación		
<i>Nº de personas</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Potencia total (W)</i>
1	71	71
<b>Total</b>		<b>71</b>

Tabla 3.8.5.4.53– Pérdidas por Ocupación

Carga Térmica Total						
<i>Qt,o (W)</i>	<i>Qv (W)</i>	<i>Qp (W)</i>	<i>Qi (W)</i>	<i>Qo (W)</i>	<i>Zis</i>	<i>Zo</i>
0,00	60,49	0,00	46	71	0,1	0,07
<b>Total</b>						<b>207,66</b>

Tabla 3.8.5.4.54– Carga térmica total

## Aseo Femenino Entreplanta

Pérdidas por Transmisión					
<i>Cerramientos</i>	<i>Superficie (m2)</i>	<i>K (W/m2 °C)</i>	<i>Te (°C)</i>	<i>Ti (°C)</i>	<i>Qt,o (W)</i>
Muro exterior	0	0,49	28	24	0,00
Muro interior	25,93	0,49	24	24	0,00
Ventanas	0	1,84	28	24	0,00
Puertas	0	1,84	28	24	0,00
<b>Total</b>					<b>0,00</b>

Tabla 3.8.5.4.55– Pérdidas por Transmisión

Pérdidas por Ventilación						
<i>Personas</i>	<i>Cp(Kcal/Kg °C)</i>	<i>ρ (Kg/m3)</i>	<i>η (m2)</i>	<i>TI (°C)</i>	<i>Te(°C)</i>	<i>Qv (W)</i>
1	0,24	1,205	45	24	28	60,49
<b>Total</b>						<b>60,49</b>

Tabla 3.8.5.4.56– Pérdidas por ventilación

Pérdidas por puentes térmicos					
<i>Tipo:</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>φ (W/m °C)</i>	<i>Te (°C)</i>	<i>Ti (°C)</i>	<i>Qp (W)</i>
Encuentro fachada con forjado	0	0,41	28	24	0,00
Hueco ventana	0	0,27	28	24	0,00
Pilar	0	0,77	28	24	0,00
Esquina saliente	0	0,16	28	24	0,00
Encuentro de fachada con cubierta	0	0,46	28	24	0,00
<b>Total</b>					<b>0,00</b>

Tabla 3.8.5.4.57– Pérdidas por puentes térmicos

Pérdidas por Iluminación		
<i>Nº de luminarias</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Potencia total (W)</i>
1	46	46
<b>Total</b>		<b>46</b>

Tabla 3.8.5.4.58– Pérdidas por Iluminación

Pérdidas por Ocupación		
Nº de personas	Potencia (W)	Potencia total (W)
1	71	71
	<b>Total</b>	<b>71</b>

Tabla 3.8.5.4.59– Pérdidas por Ocupación

Carga Térmica Total						
$Q_{t,o}$ (W)	$Q_v$ (W)	$Q_p$ (W)	$Q_i$ (W)	$Q_o$ (W)	$Z_{is}$	$Z_o$
0,00	60,49	0,00	46	71	0,1	0,07
<b>Total</b>						<b>207,66</b>

Tabla 3.8.5.4.60– Carga térmica total

- **Oficina**

Pérdidas por Transmisión					
Cerramientos	Superficie (m2)	$K$ (W/m2 °C)	$T_e$ (°C)	$T_i$ (°C)	$Q_{t,o}$ (W)
Muro exterior	14,78	0,49	28	24	28,98
Muro interior	45,58	0,49	24	24	0,00
Ventanas	1,26	1,84	28	24	9,27
Puertas	0	1,84	28	24	0,00
<b>Total</b>					<b>38,25</b>

Tabla 3.8.5.4.61– Pérdidas por Transmisión

Pérdidas por Ventilación						
Personas	$C_p$ (Kcal/Kg °C)	$\rho$ (Kg/m3)	$\eta$ (m2)	$T_i$ (°C)	$T_e$ (°C)	$Q_v$ (W)
3	0,24	1,205	45	24	28	181,47
<b>Total</b>						<b>181,47</b>

Tabla 3.8.5.4.62– Pérdidas por ventilación

Pérdidas por puentes térmicos					
<i>Tipo:</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i><math>\phi</math> (W/m °C)</i>	<i>Te (°C)</i>	<i>Ti (°C)</i>	<i>Qp (W)</i>
Encuentro fachada con forjado	5,28	0,41	28	24	8,66
Hueco ventana	4,60	0,27	28	24	4,97
Pilar	2,80	0,77	28	24	8,62
Esquina saliente	0	0,16	28	24	0,00
Encuentro de fachada con cubierta	5,28	0,46	28	24	9,72
<b>Total</b>					<b>31,97</b>

Tabla 3.8.5.4.63– Pérdidas por puentes térmicos

Pérdidas por Iluminación		
<i>Nº de luminarias</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Potencia total (W)</i>
6	55	330
<b>Total</b>		<b>330</b>

Tabla 3.8.5.4.64– Pérdidas por Iluminación

Pérdidas por Ocupación		
<i>Nº de personas</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Potencia total (W)</i>
3	71	213
<b>Total</b>		<b>213</b>

Tabla 3.8.5.4.65– Pérdidas por Ocupación

Carga Térmica Total						
<i>Qt,o (W)</i>	<i>Qv (W)</i>	<i>Qp (W)</i>	<i>Qi (W)</i>	<i>Qo (W)</i>	<i>Zis</i>	<i>Zo</i>
38,25	181,47	31,97	330	213	0,1	0,07
<b>Total</b>						<b>929,78</b>

Tabla 3.8.5.4.66– Carga térmica total

- **Sala de Juntas**

<b>Pérdidas por Transmisión</b>					
<b>Cerramientos</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>K (W/m<sup>2</sup> °C)</b>	<b>Te (°C)</b>	<b>Ti (°C)</b>	<b>Qt,o (W)</b>
Muro exterior	37,62	0,49	28	24	73,74
Muro interior	21,67	0,49	24	24	0,00
Muro interior en contacto con el taller	15,96	0,49	25	24	7,82
Ventanas	3,06	1,84	28	24	22,52
Puertas	0	1,84	28	24	0,00
<b>Total</b>					<b>104,08</b>

Tabla 3.8.5.4.67– Pérdidas por Transmisión

<b>Pérdidas por Ventilación</b>						
<b>Personas</b>	<b>Cp(Kcal/Kg °C)</b>	<b><math>\rho</math> (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b><math>\eta</math> (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Ti (°C)</b>	<b>Te(°C)</b>	<b>Qv (W)</b>
5	0,24	1,205	45	24	28	302,45
<b>Total</b>						<b>302,45</b>

Tabla 3.8.5.4.68– Pérdidas por ventilación

<b>Pérdidas por puentes térmicos</b>					
<b>Tipo:</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b><math>\phi</math> (W/m °C)</b>	<b>Te (°C)</b>	<b>Ti (°C)</b>	<b>Qp (W)</b>
Encuentro fachada con forjado	13,44	0,41	28	24	22,04
Hueco ventana	10,40	0,27	28	24	11,23
Pilar	2,80	0,77	28	24	8,62
Esquina saliente	2,80	0,16	28	24	1,79
Encuentro de fachada con cubierta	5,70	0,46	28	24	10,49
<b>Total</b>					<b>54,18</b>

Tabla 3.8.5.4.69– Pérdidas por puentes térmicos

<b>Pérdidas por Iluminación</b>		
<b>Nº de luminarias</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Potencia total (W)</b>
6	77	462
<b>Total</b>		<b>462</b>

Tabla 3.8.5.4.70– Pérdidas por Iluminación

Pérdidas por Ocupación		
Nº de personas	Potencia (W)	Potencia total (W)
5	71	355
	<b>Total</b>	<b>355</b>

Tabla 3.8.5.4.71– Pérdidas por Ocupación

Carga Térmica Total						
$Q_{t,o}$ (W)	$Q_v$ (W)	$Q_p$ (W)	$Q_i$ (W)	$Q_o$ (W)	$Z_{is}$	$Z_o$
104,08	302,45	54,18	462	355	0,1	0,07
<b>Total</b>						<b>1494,92</b>

Tabla 3.8.5.4.72– Carga térmica total

**La carga frigorífica total es de 10214,43 W.**

### 3.8.6 ELECCIÓN DE LA BOMBA DE CALOR

Para la climatización de las oficinas instalaremos una bomba de calor reversible de condensación por aire con ventiladores axiales con una potencia térmica de 17,49KW y una potencia frigorífica de 15,48KW y con un caudal de aire de 7500m<sup>3</sup>/h. Este caudal se repartirá entre la planta baja y la entreplanta.

### 3.8.7 RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA CLIMATIZACIÓN

#### - Planta Baja

En la planta baja tenemos un total de 40 rejillas, 20 serán para el aire de extracción y las otras 20 para el aire de impulsión.

Rejilla	Q (m <sup>3</sup> /h)	V (m/s)	S=Q/V	Diámetro (m)	Diámetro comercial (mm)	Superficie	Velocidad real (m/s)
1	4166,67	7	0,17	0,46	560	0,25	4,70
2	3958,33	7	0,16	0,45	560	0,25	4,46
3	3750,00	7	0,15	0,44	560	0,25	4,23
4	3541,67	7	0,14	0,42	560	0,25	3,99
5	3333,33	7	0,13	0,41	500	0,20	4,72
6	3125,00	7	0,12	0,40	500	0,20	4,42
7	2916,67	7	0,12	0,38	500	0,20	4,13
8	2708,33	7	0,11	0,37	500	0,20	3,83
9	2500,00	7	0,10	0,36	450	0,16	4,37
10	2291,67	7	0,09	0,34	450	0,16	4,00
11	2083,33	7	0,08	0,32	450	0,16	3,64
12	1875,00	7	0,07	0,31	400	0,13	4,14
13	1666,67	7	0,07	0,29	400	0,13	3,68
14	1458,33	7	0,06	0,27	400	0,13	3,22
15	1250,00	7	0,05	0,25	355	0,10	3,51
16	1041,67	7	0,04	0,23	355	0,10	2,92
17	4166,67	7	0,03	0,21	355	0,10	2,34
18	3958,33	7	0,02	0,18	300	0,07	2,46
19	3750,00	7	0,02	0,15	300	0,07	1,64
20	3541,67	7	0,01	0,10	280	0,06	0,94

Tabla 3.8.7.1– Resultados obtenidos para el cálculo de la climatización de la planta baja



### - Entreplanta

En la entreplanta tenemos un total de 32 rejillas, 16 serán para el aire de extracción y las otras 16 para el aire de impulsión.

Rejilla	Q (m <sup>3</sup> /h)	V (m/s)	S=Q/V	Diámetro (m)	Diámetro comercial (mm)	Superficie	Velocidad real (m/s)
1	3333,33	7,00	0,13	0,41	500	0,20	4,72
2	3125,00	7,00	0,12	0,40	500	0,20	4,42
3	2916,67	7,00	0,12	0,38	500	0,20	4,13
4	2708,33	7,00	0,11	0,37	500	0,20	3,83
5	2500,00	7,00	0,10	0,36	500	0,20	3,54
6	2291,67	7,00	0,09	0,34	450	0,16	4,00
7	2083,33	7,00	0,08	0,32	450	0,16	3,64
8	1875,00	7,00	0,07	0,31	450	0,16	3,27
9	1666,67	7,00	0,07	0,29	400	0,13	3,68
10	1458,33	7,00	0,06	0,27	400	0,13	3,22
11	1250,00	7,00	0,05	0,25	355	0,10	3,51
12	1041,67	7,00	0,04	0,23	355	0,10	2,92
13	833,33	7,00	0,03	0,21	315	0,08	2,97
14	625,00	7,00	0,02	0,18	300	0,07	2,46
15	416,67	7,00	0,02	0,15	280	0,06	1,88
16	208,33	7,00	0,01	0,10	280	0,06	0,94

Tabla 3.8.7.2 – Resultados obtenidos para la climatización de la entreplanta

### 3.8.8 INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

La instalación de ventilación se realizará en la zona del taller.

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación, necesario para alcanzar las categorías de calidad de aire interior se calculará de acuerdo con el siguiente método:

- Método indirecto de caudal de aire exterior por persona

Se emplearán los valores de la tabla 3.8.8.1 cuando las personas tengan una actividad metabólica de alrededor 1,2 met, cuando sea baja la producción de sustancias contaminantes por fuentes diferentes del ser humano y cuando no esté permitido fumar.

Categoría	dm <sup>3</sup> /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Tabla 3.8.8.1-Caudales de aire exterior, en dm<sup>3</sup> por persona

- IDA 1 (aire de óptima calidad): Hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
- IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas, residencias, salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y piscinas).
- IDA 3 (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías...
- IDA 4 (aire de baja calidad)

Para el taller tendremos una ocupación de 122 personas, calculado de acuerdo con el Documento Básico de Seguridad en caso de incendio contenido en el código técnico de la edificación.

Escogemos la categoría IDA 2.

$$122 \text{ personas} \times 12,5 \text{ dm}^3/\text{s} = 1525 \text{ dm}^3/\text{s} = 5490 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para la ventilación del taller se instalarán dos ventiladores con un caudal superior al obtenido y serán ventiladores centrífugos de doble aspiración con motor directo y turbina con álabes hacia delante cuyo caudal máximo es de 6000 m<sup>3</sup>/h.

### 3.8.9 RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

Los resultados obtenidos para la ventilación para el taller son los siguientes:

En el taller tendremos un total de 20 rejillas, 10 serán para el aire de extracción y las otras 10 para el aire de impulsión.

Rejilla	Q (m <sup>3</sup> /h)	V (m/s)	S=Q/V	Diámetro (m)	Diámetro comercial (mm)	Superficie	Velocidad real (m/s)
1	6000	7,00	0,24	0,55	600	0,28	5,91
2	5400	7,00	0,21	0,52	600	0,28	5,31
3	4800	7,00	0,19	0,49	560	0,25	5,41
4	4200	7,00	0,17	0,46	560	0,25	4,74
5	3600	7,00	0,14	0,43	500	0,20	5,09
6	3000	7,00	0,12	0,39	500	0,20	4,24
7	2400	7,00	0,10	0,35	450	0,16	4,19
8	1800	7,00	0,07	0,30	450	0,16	3,14
9	1200	7,00	0,05	0,25	355	0,10	3,37
10	600	7,00	0,02	0,17	355	0,10	1,68

Tabla 3.8.9.1 – Resultados obtenidos para el cálculo de ventilación

**TÍTULO: PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL  
DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO.**

---

## **PLANOS**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**

**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2015**

**AUTOR: LUCÍA VIGO PICO**

Fdo.: Lucía Vigo Pico

## **PLANOS**

### **4.1 SITUACIÓN**

### **4.2 EMPLAZAMIENTO EN POLÍGONO**

### **4.3 EMPLAZAMIENTO EN PARCELA**

### **4.4 DISTRIBUCIÓN ACOTADA DE LA PLANTA BAJA**

### **4.5 DISTRIBUCIÓN ACOTADA DE LA ENTREPLANTA**

### **4.6 DISTRIBUCIÓN AMUEBLADA PLANTA BAJA**

### **4.7 DISTRIBUCIÓN AMUEBLADA ENTREPLANTA**

### **4.8 PLANO DE ALZADOS**

### **4.9 PLANO DE SECCIÓN**

### **4.10 INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PLANTA BAJA**

### **4.11 INSTALACIÓN DE ALUMBRADO ENTREPLANTA**

### **4.12 FUERZA PLANTA BAJA**

### **4.13 FUERZA ENTREPLANTA**

### **4.14 CONTRAINCENDIOS PLANTA BAJA**

### **4.15 CONTRAINCENDIOS ENTREPLANTA**

### **4.16 ALUMBRADO DE EMERGENCIA PLANTA BAJA**

### **4.17 ALUMBRADO DE EMERGENCIA ENTREPLANTA**

### **4.18 FONTANERÍA PLANTA BAJA**

### **4.19 FONTANERÍA ENTREPLANTA**

### **4.20 SANEAMIENTO PLANTA BAJA**

### **4.21 SANEAMIENTO ENTREPLANTA**

### **4.22 SANEAMIENTO CUBIERTA**

### **4.23 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN PLANTA BAJA**

### **4.24 CLIMATIZACIÓN ENTREPLANTA**

### **4.25 UNIFILAR CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN**

### **4.26 UNIFILAR CUADRO GENERAL DE ALUMBRADO**

### **4.27 UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE ALUMBRADO 1**

### **4.28 UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE ALUMBRADO 2**

### **4.29 UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE ALUMBRADO 3**

### **4.30 CUADRO SECUNDARIO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA**

### **4.31 UNIFILAR CUADRO GENERAL DE FUERZA**

### **4.32 UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE FUERZA 1**

**4.33 UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE FUERZA 2**

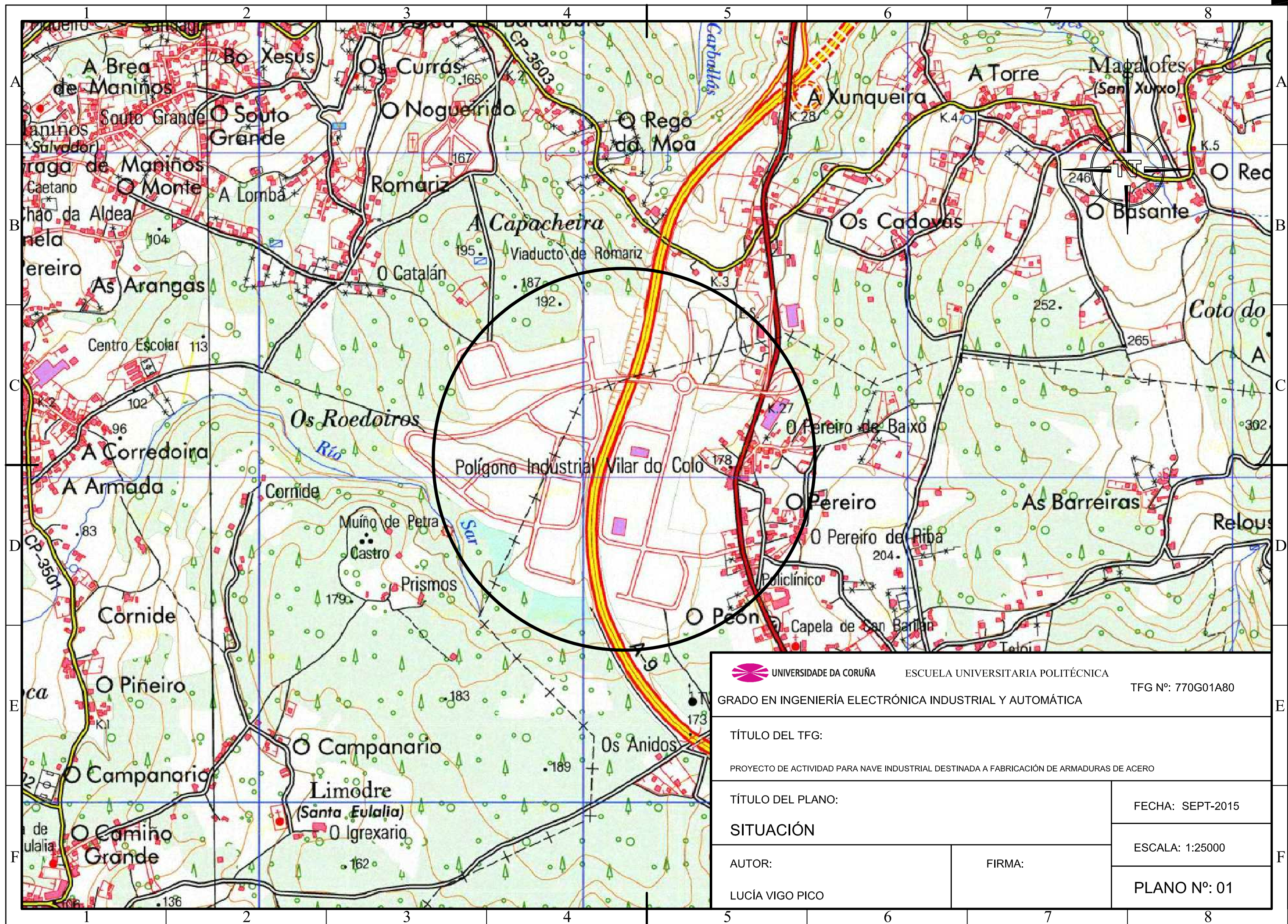
**4.34 UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE FUERZA 3**

**4.35 UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE FUERZA 4**

**4.36 UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE FUERZA 5**

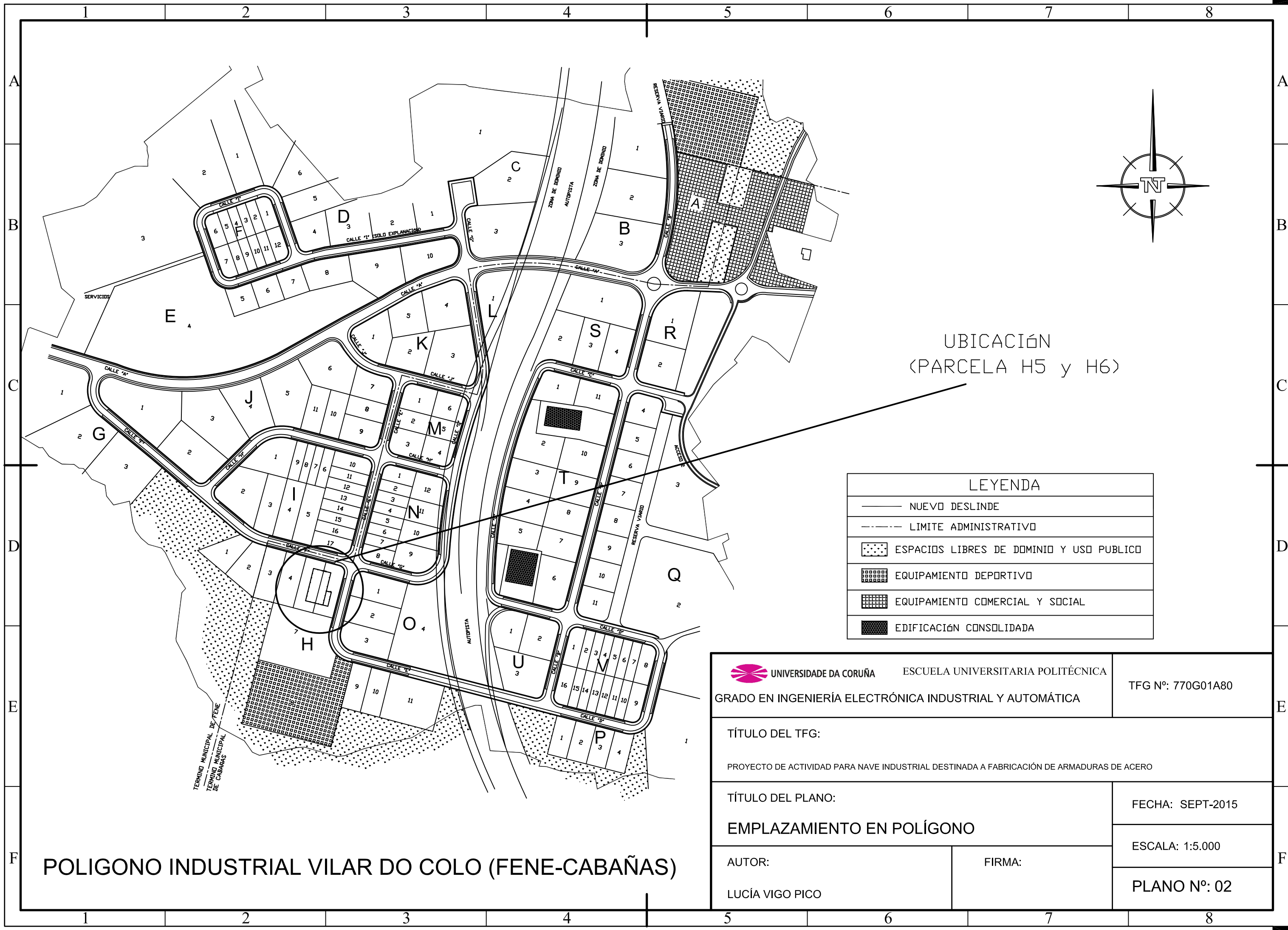
**4.37 UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE FUERZA 6**





		UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G01A80	
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA							
TÍTULO DEL TFG:							
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO							
TÍTULO DEL PLANO:						FECHA: SEPT-2015	
SITUACIÓN						ESCALA: 1:25000	
AUTOR:			FIRMA:			PLANO Nº: 01	
LUCÍA VIGO PICO							

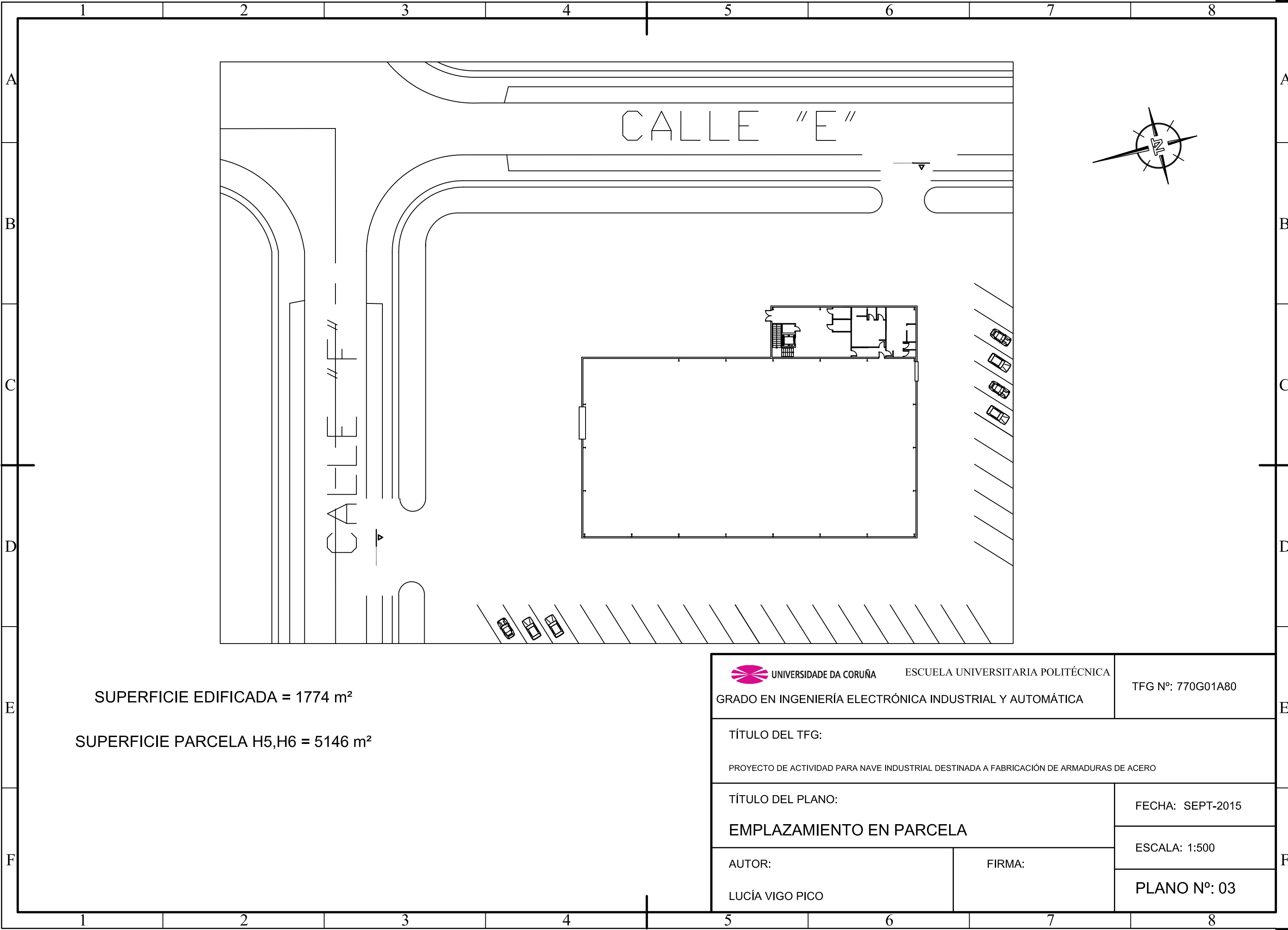




LEYENDA	
	NUEVO DESLINDE
	LIMITE ADMINISTRATIVO
	ESPACIOS LIBRES DE DOMINIO Y USO PUBLICO
	EQUIPAMIENTO DEPORTIVO
	EQUIPAMIENTO COMERCIAL Y SOCIAL
	EDIFICACIÓN CONSOLIDADA

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA	TFG Nº: 770G01A80
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA			
TÍTULO DEL TFG:			
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO			
TÍTULO DEL PLANO:			FECHA: SEPT-2015
EMPLAZAMIENTO EN POLÍGONO			ESCALA: 1:5.000
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 02	
LUCÍA VIGO PICO			

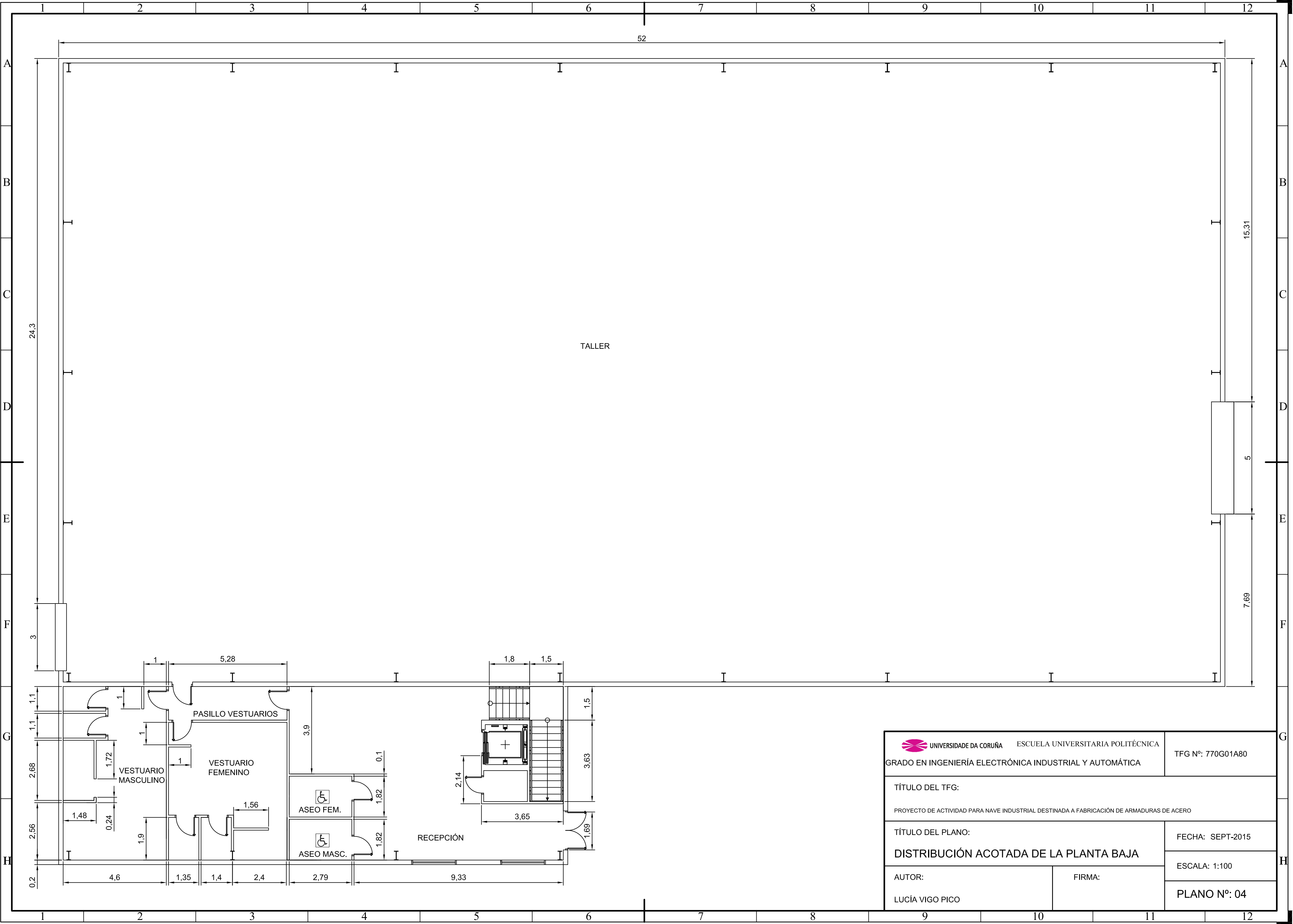




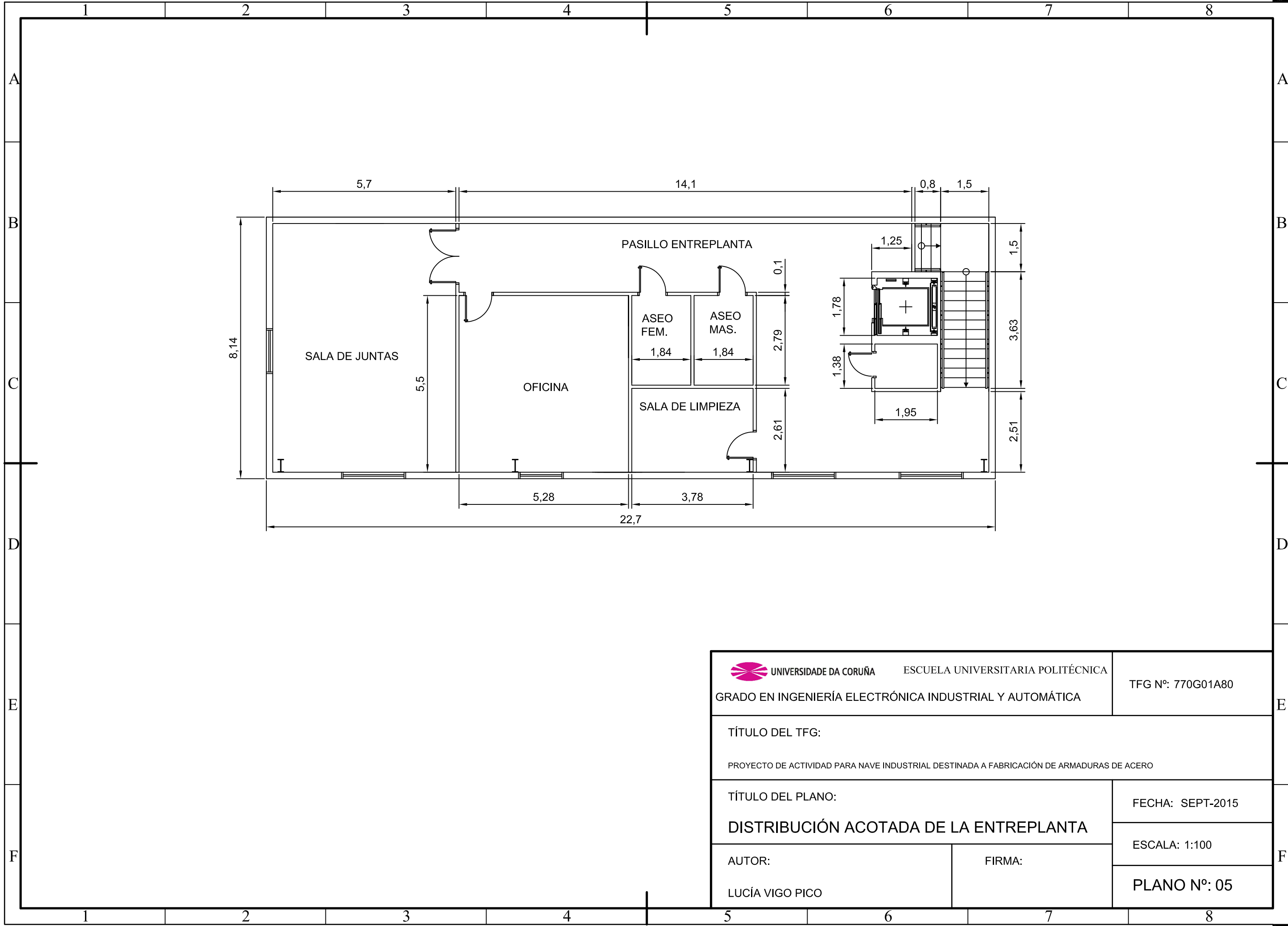
SUPERFICIE EDIFICADA = 1774 m²

SUPERFICIE PARCELA H5,H6 = 5146 m²

<div> UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div> <div>ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA</div>		TFG Nº: 770G01A80
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA		
TÍTULO DEL TFG:		
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: SEPT-2015
EMPLAZAMIENTO EN PARCELA		ESCALA: 1:500
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 03
LUCÍA VIGO PICO		



<div> UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div> <div>ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA</div>		TFG Nº: 770G01A80	
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA			
TÍTULO DEL TFG:			
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO			
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: SEPT-2015	
DISTRIBUCIÓN ACOTADA DE LA PLANTA BAJA		ESCALA: 1:100	
		PLANO Nº: 04	
AUTOR:		FIRMA:	
LUCÍA VIGO PICO			



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

TFG Nº: 770G01A80

TÍTULO DEL TFG:

PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO

TÍTULO DEL PLANO:

DISTRIBUCIÓN ACOTADA DE LA ENTREPLANTA

FECHA: SEPT-2015

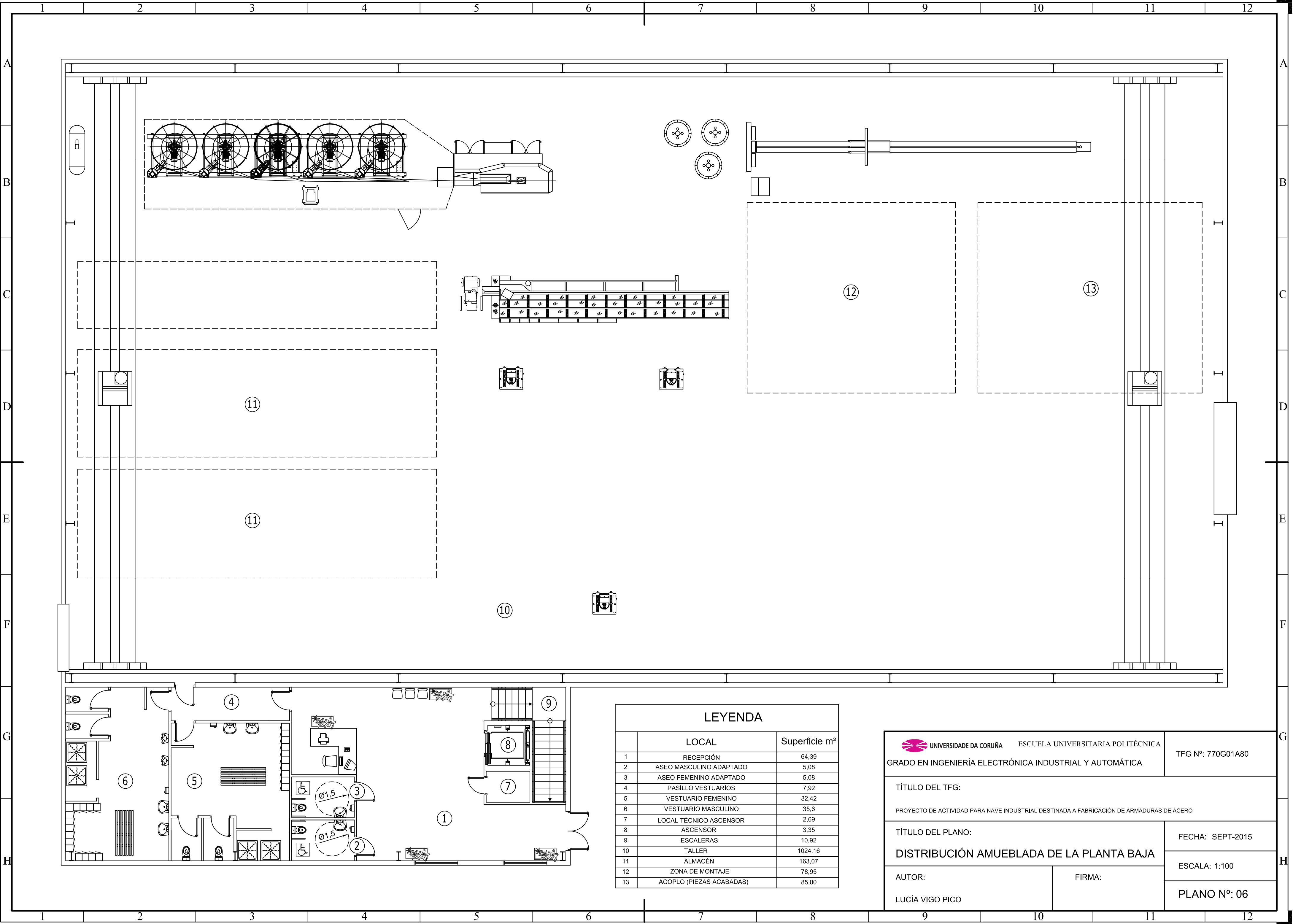
ESCALA: 1:100

AUTOR:

FIRMA:

LUCÍA VIGO PICO

PLANO Nº: 05



LEYENDA		
	LOCAL	Superficie m²
1	RECEPCIÓN	64,39
2	ASEO MASCULINO ADAPTADO	5,08
3	ASEO FEMENINO ADAPTADO	5,08
4	PASILLO VESTUARIOS	7,92
5	VESTUARIO FEMENINO	32,42
6	VESTUARIO MASCULINO	35,6
7	LOCAL TÉCNICO ASCENSOR	2,69
8	ASCENSOR	3,35
9	ESCALERAS	10,92
10	TALLER	1024,16
11	ALMACÉN	163,07
12	ZONA DE MONTAJE	78,95
13	ACOPLO (PIEZAS ACABADAS)	85,00



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

TFG Nº: 770G01A80

TÍTULO DEL TFG:

PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO

TÍTULO DEL PLANO:

DISTRIBUCIÓN AMUEBLADA DE LA PLANTA BAJA

AUTOR:

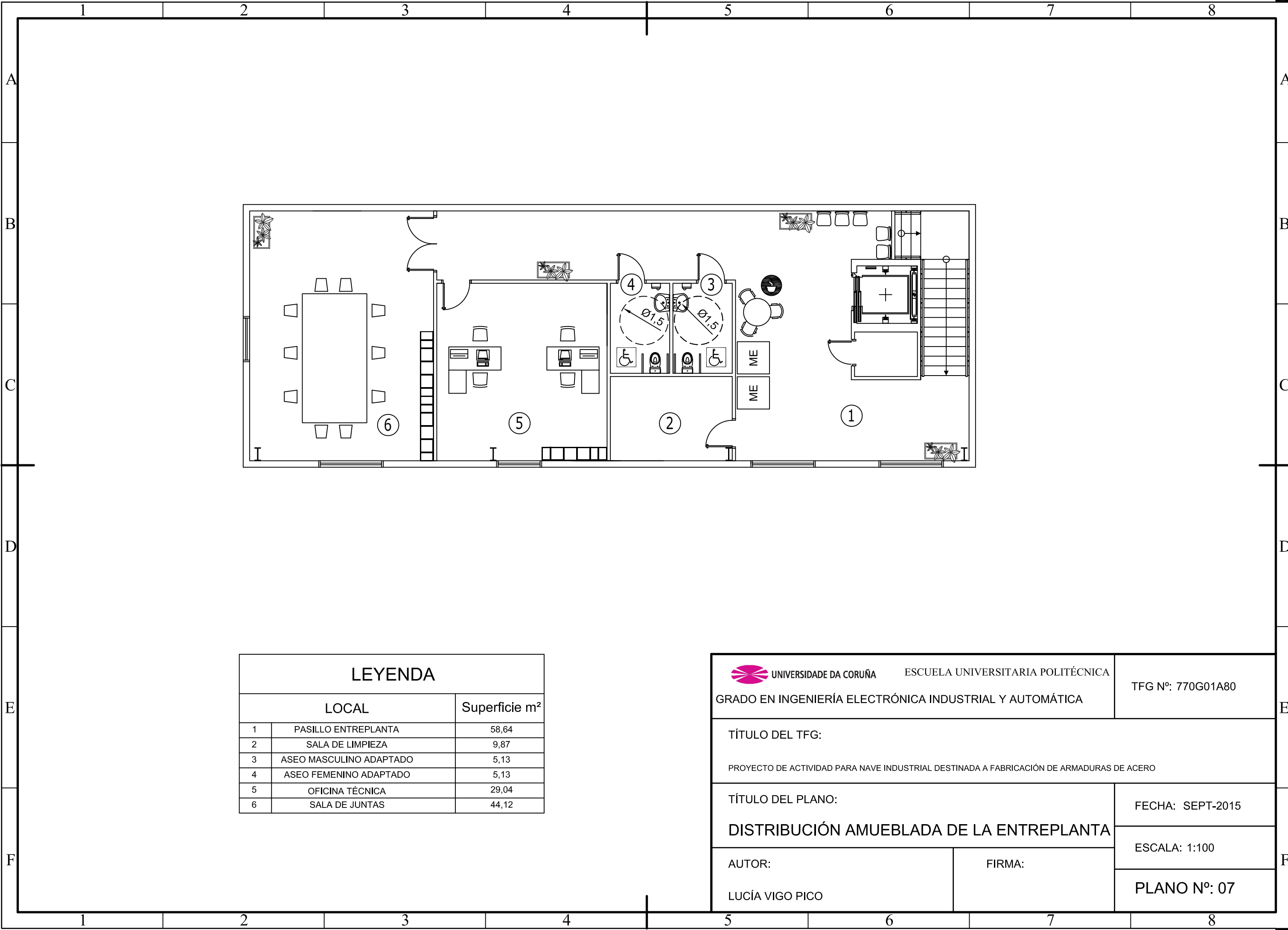
LUCÍA VIGO PICO

FIRMA:

FECHA: SEPT-2015

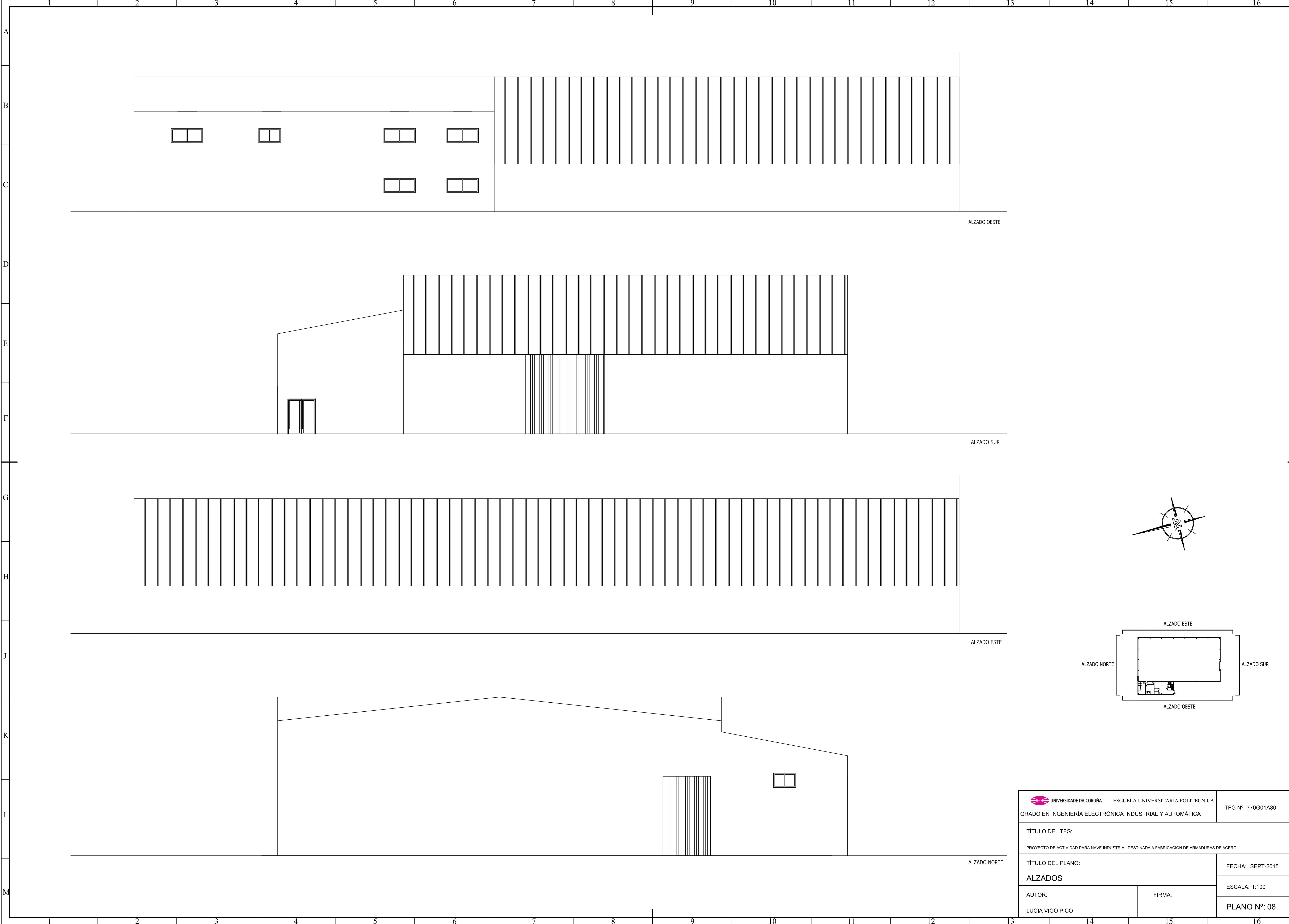
ESCALA: 1:100


PLANO Nº: 06

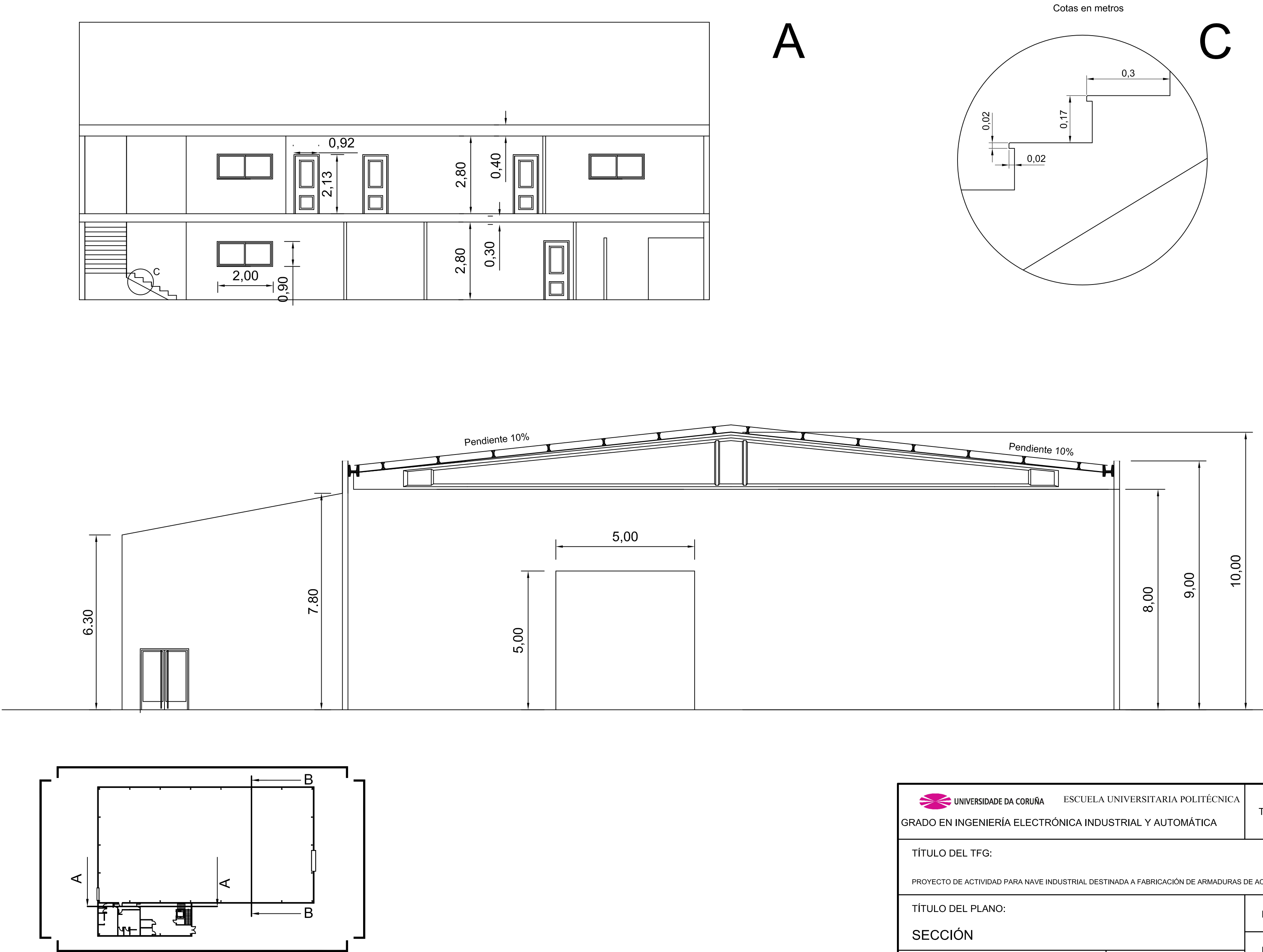


LEYENDA		
LOCAL		Superficie m²
1	PASILLO ENTREPLANTA	58,64
2	SALA DE LIMPIEZA	9,87
3	ASEO MASCULINO ADAPTADO	5,13
4	ASEO FEMENINO ADAPTADO	5,13
5	OFICINA TÉCNICA	29,04
6	SALA DE JUNTAS	44,12

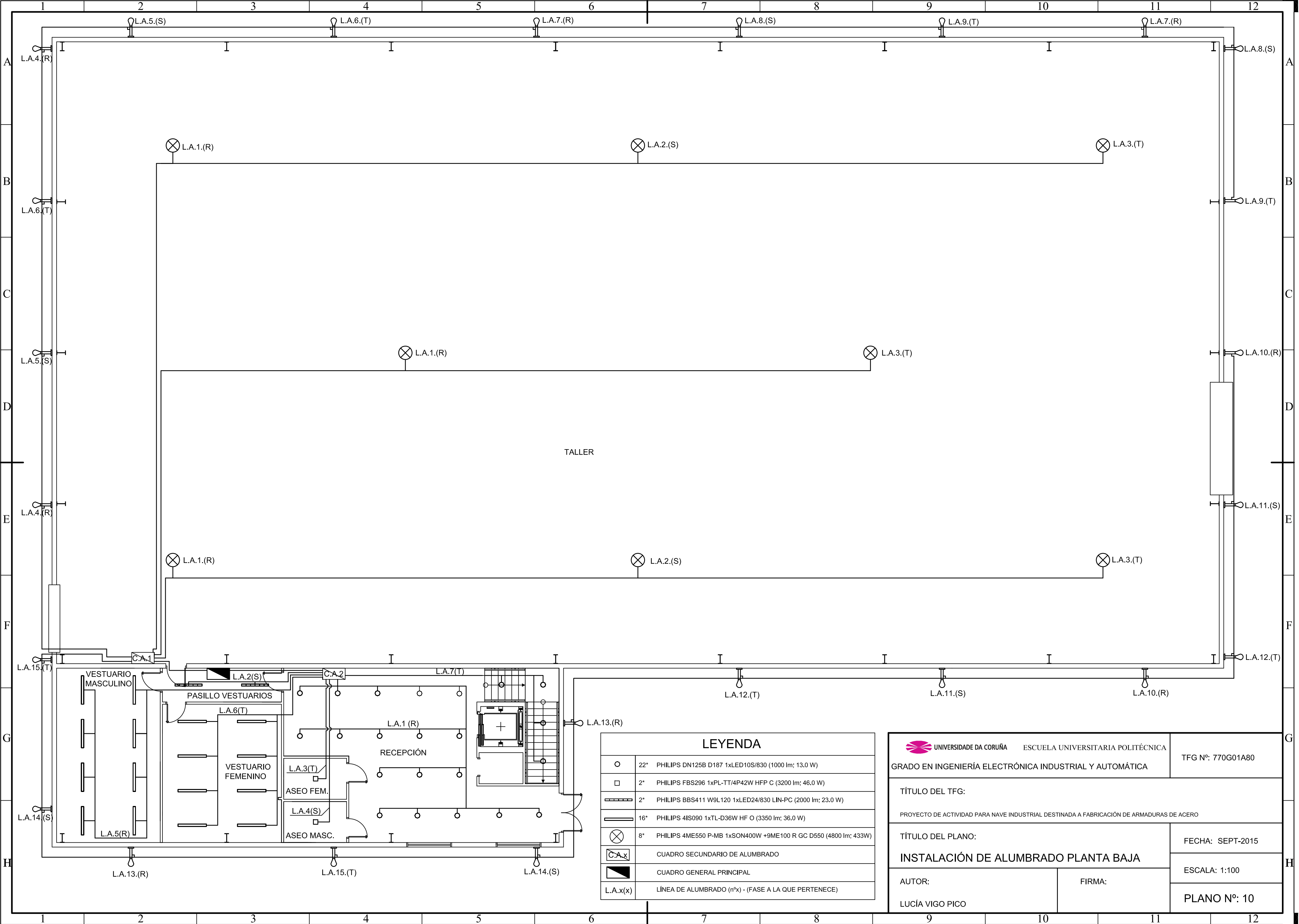
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA	
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA			TFG Nº: 770G01A80
TÍTULO DEL TFG:			
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO			
TÍTULO DEL PLANO:			FECHA: SEPT-2015
DISTRIBUCIÓN AMUEBLADA DE LA ENTREPLANTA			ESCALA: 1:100
AUTOR:		FIRMA:	PLANO Nº: 07
LUCÍA VIGO PICO			



<div> UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div> <div>ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA</div>		TFG Nº: 770G01A80
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA		
TÍTULO DEL TFG:		
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: SEPT-2015
ALZADOS		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 08
LUCÍA VIGO PICO		



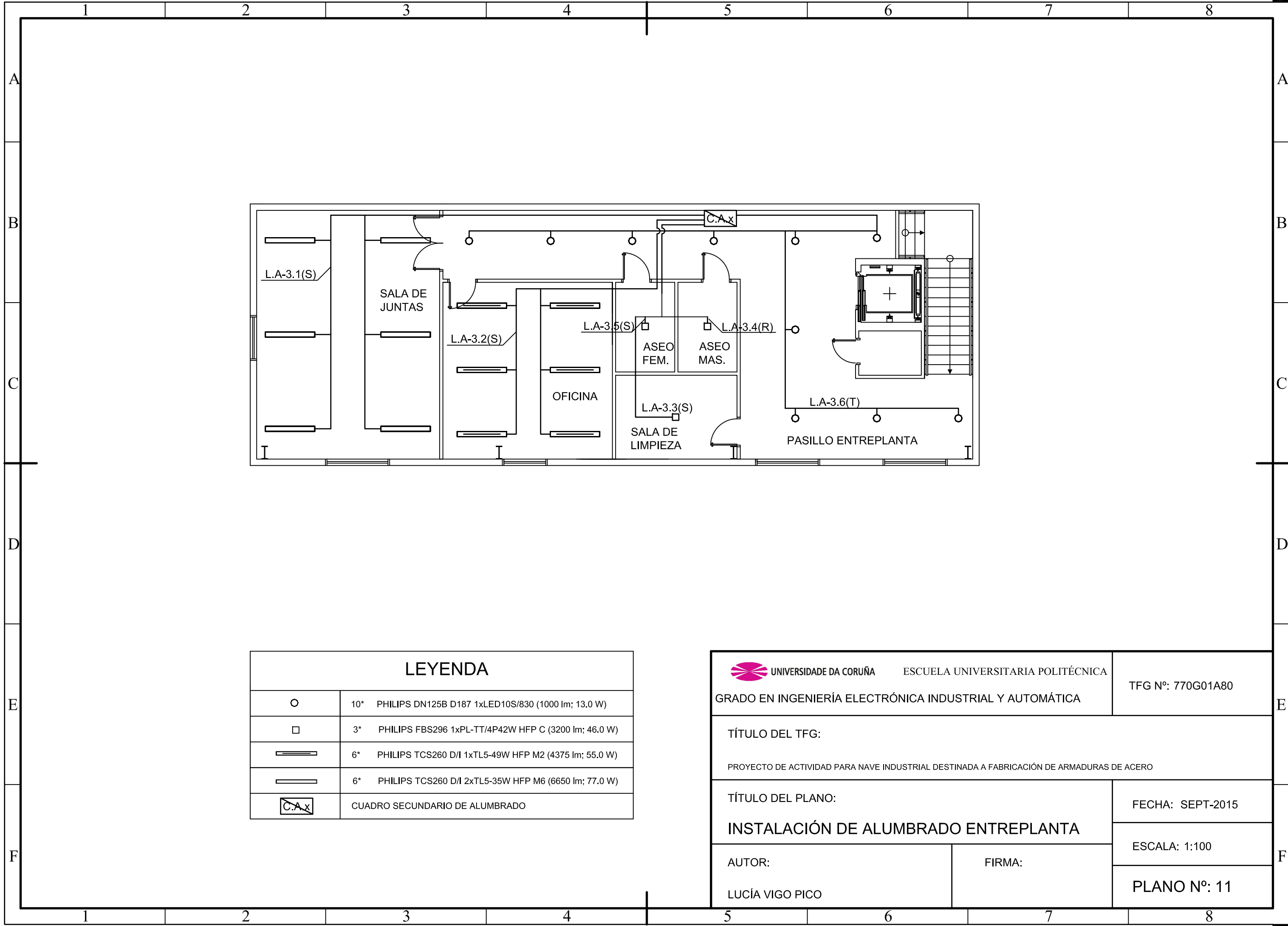
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G01A80
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA		
TÍTULO DEL TFG:		
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: SEPT-2015
SECCIÓN		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 09
LUCÍA VIGO PICO		



LEYENDA		
	22"	PHILIPS DN125B D187 1xLED10S/830 (1000 lm; 13.0 W)
	2"	PHILIPS FBS296 1xPL-TT/4P42W HFP C (3200 lm; 46.0 W)
	2"	PHILIPS BBS411 W9L120 1xLED24/830 LIN-PC (2000 lm; 23.0 W)
	16"	PHILIPS 4IS090 1xTL-D36W HF O (3350 lm; 36.0 W)
	8"	PHILIPS 4ME550 P-MB 1xSON400W +9ME100 R GC D550 (4800 lm; 433W)
	CUADRO SECUNDARIO DE ALUMBRADO	
	CUADRO GENERAL PRINCIPAL	
L.A.x(x)	LÍNEA DE ALUMBRADO (nºx) - (FASE A LA QUE PERTENECE)	

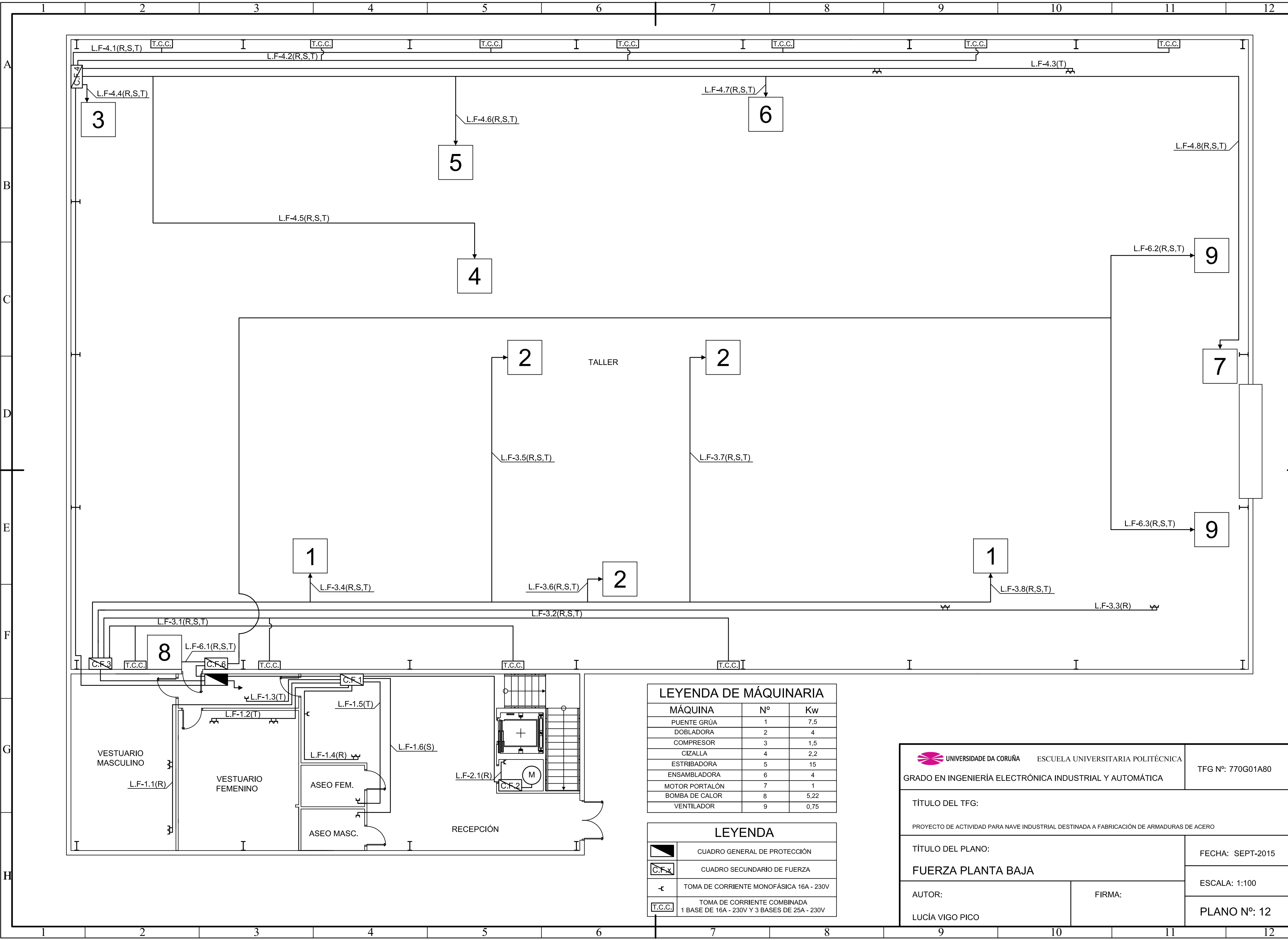
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G01A80
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA				
TÍTULO DEL TFG:				
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO				
TÍTULO DEL PLANO:			FECHA: SEPT-2015	
INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PLANTA BAJA			ESCALA: 1:100	
AUTOR:		FIRMA:		PLANO Nº: 10
LUCÍA VIGO PICO				





LEYENDA	
	10* PHILIPS DN125B D187 1xLED10S/830 (1000 lm; 13.0 W)
	3* PHILIPS FBS296 1xPL-TT/4P42W HFP C (3200 lm; 46.0 W)
	6* PHILIPS TCS260 D/I 1xTL5-49W HFP M2 (4375 lm; 55.0 W)
	6* PHILIPS TCS260 D/I 2xTL5-35W HFP M6 (6650 lm; 77.0 W)
	CUADRO SECUNDARIO DE ALUMBRADO

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA	TFG Nº: 770G01A80
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA			
TÍTULO DEL TFG:			
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO			
TÍTULO DEL PLANO:			FECHA: SEPT-2015
INSTALACIÓN DE ALUMBRADO ENTREPLANTA			ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:		PLANO Nº: 11
LUCÍA VIGO PICO			



LEYENDA DE MÁQUINARIA		
MÁQUINA	Nº	Kw
PUENTE GRÚA	1	7,5
DOBLADORA	2	4
COMPRESOR	3	1,5
CIZALLA	4	2,2
ESTRIBADORA	5	15
ENSAMBLADORA	6	4
MOTOR PORTALÓN	7	1
BOMBA DE CALOR	8	5,22
VENTILADOR	9	0,75

LEYENDA	
	CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN
	CUADRO SECUNDARIO DE FUERZA
	TOMA DE CORRIENTE MONOFÁSICA 16A - 230V
	TOMA DE CORRIENTE COMBINADA 1 BASE DE 16A - 230V Y 3 BASES DE 25A - 230V

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

TFG Nº: 770G01A80

TÍTULO DEL TFG:

PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO

TÍTULO DEL PLANO:

FUERZA PLANTA BAJA

FECHA: SEPT-2015

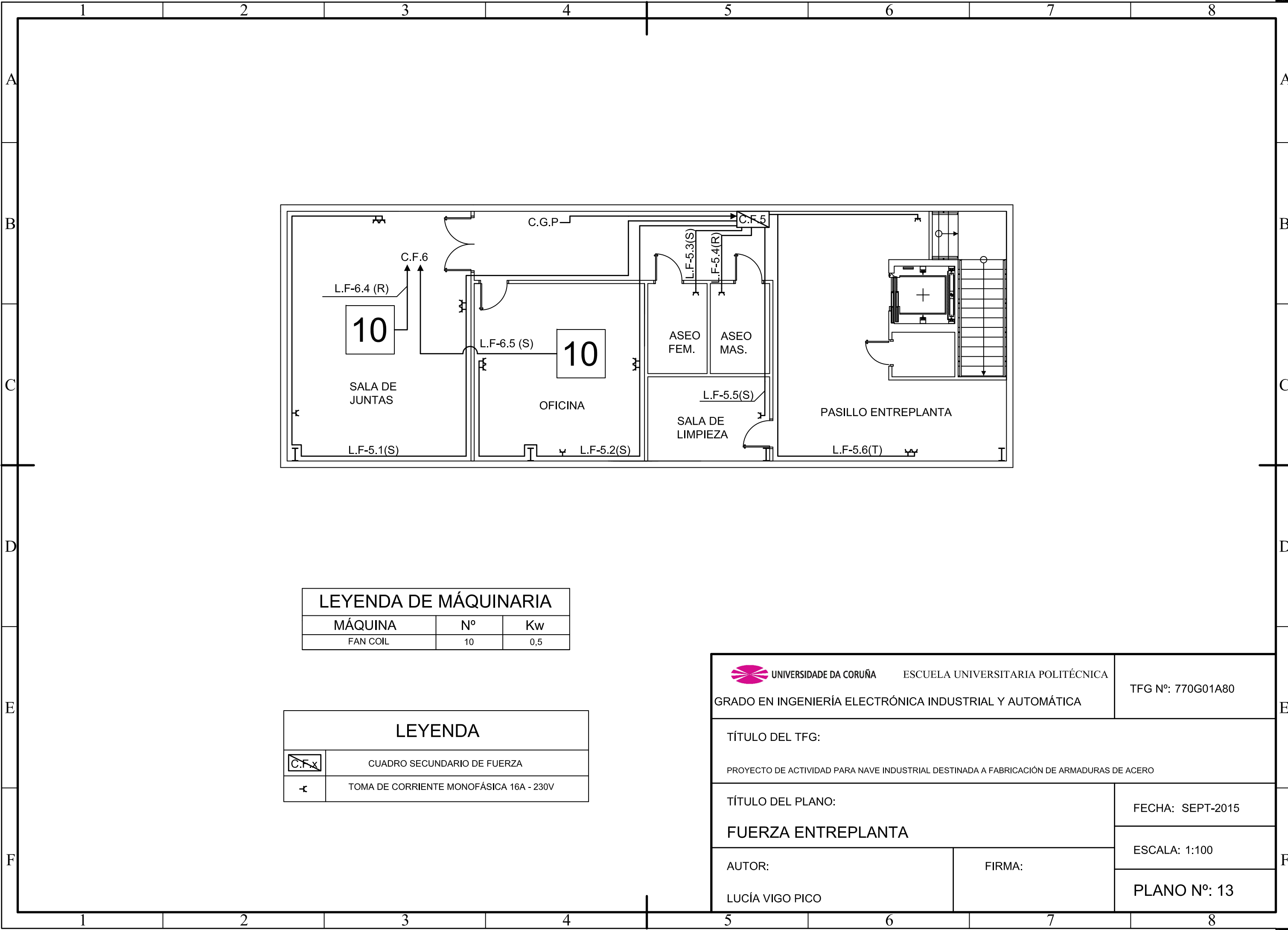
ESCALA: 1:100

AUTOR:

LUCÍA VIGO PICO


FIRMA:

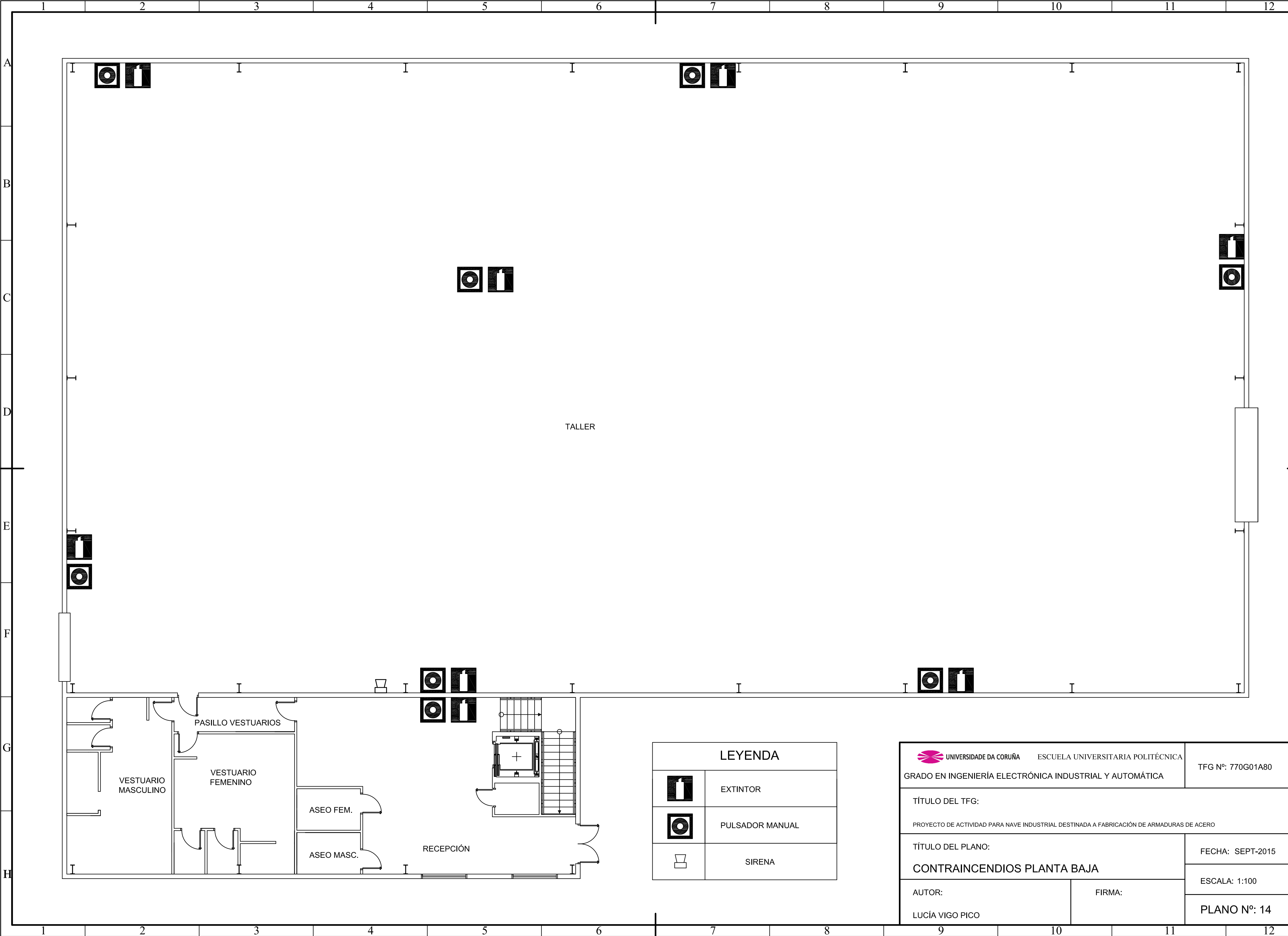
PLANO Nº: 12



LEYENDA DE MÁQUINARIA		
MÁQUINA	Nº	Kw
FAN COIL	10	0,5

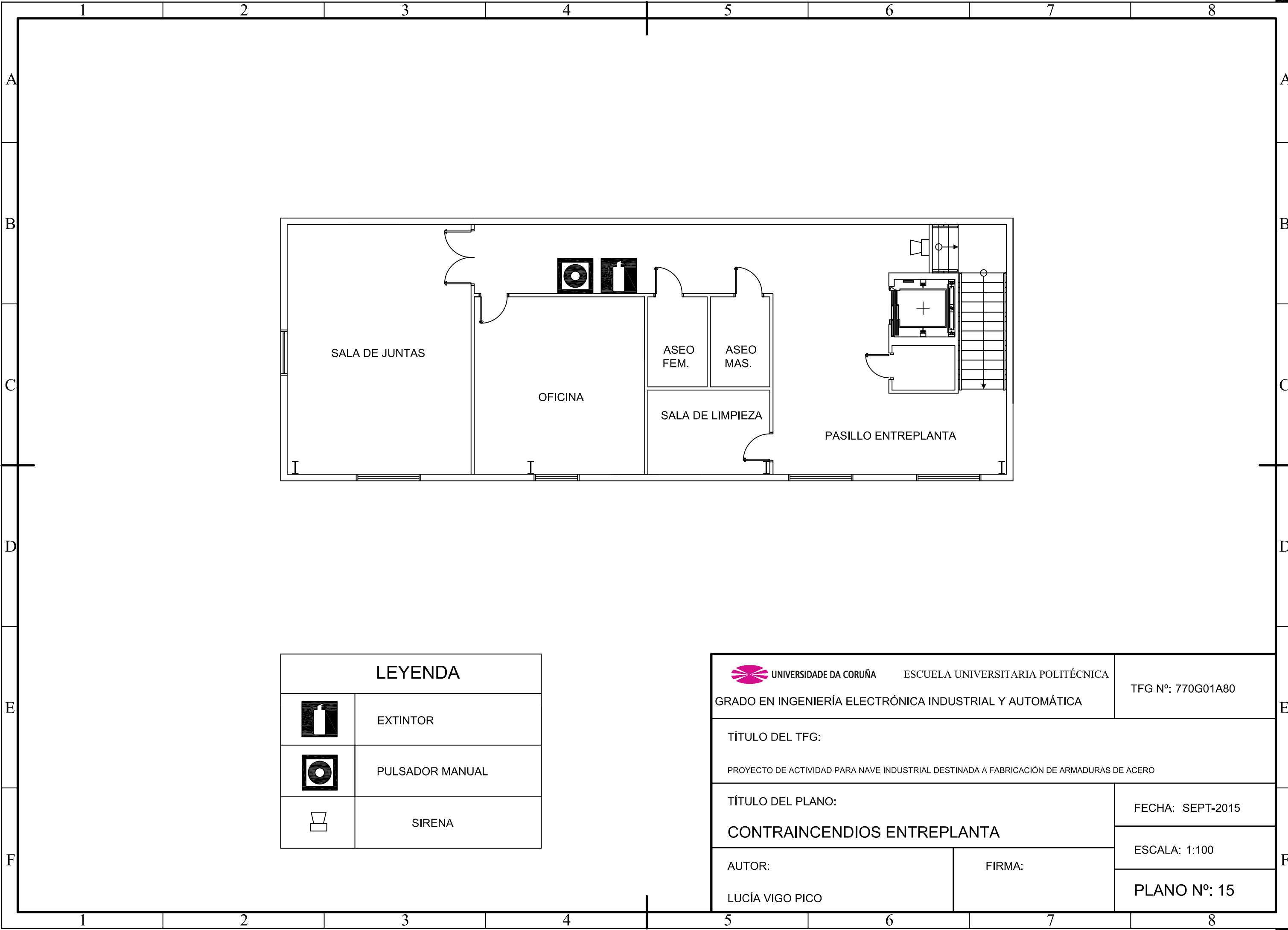
LEYENDA	
	CUADRO SECUNDARIO DE FUERZA
	TOMA DE CORRIENTE MONOFÁSICA 16A - 230V


 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA	
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA		TFG Nº: 770G01A80	
TÍTULO DEL TFG:			
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO			
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: SEPT-2015	
FUERZA ENTREPLANTA		ESCALA: 1:100	
AUTOR:	FIRMA:		PLANO Nº: 13
LUCÍA VIGO PICO			



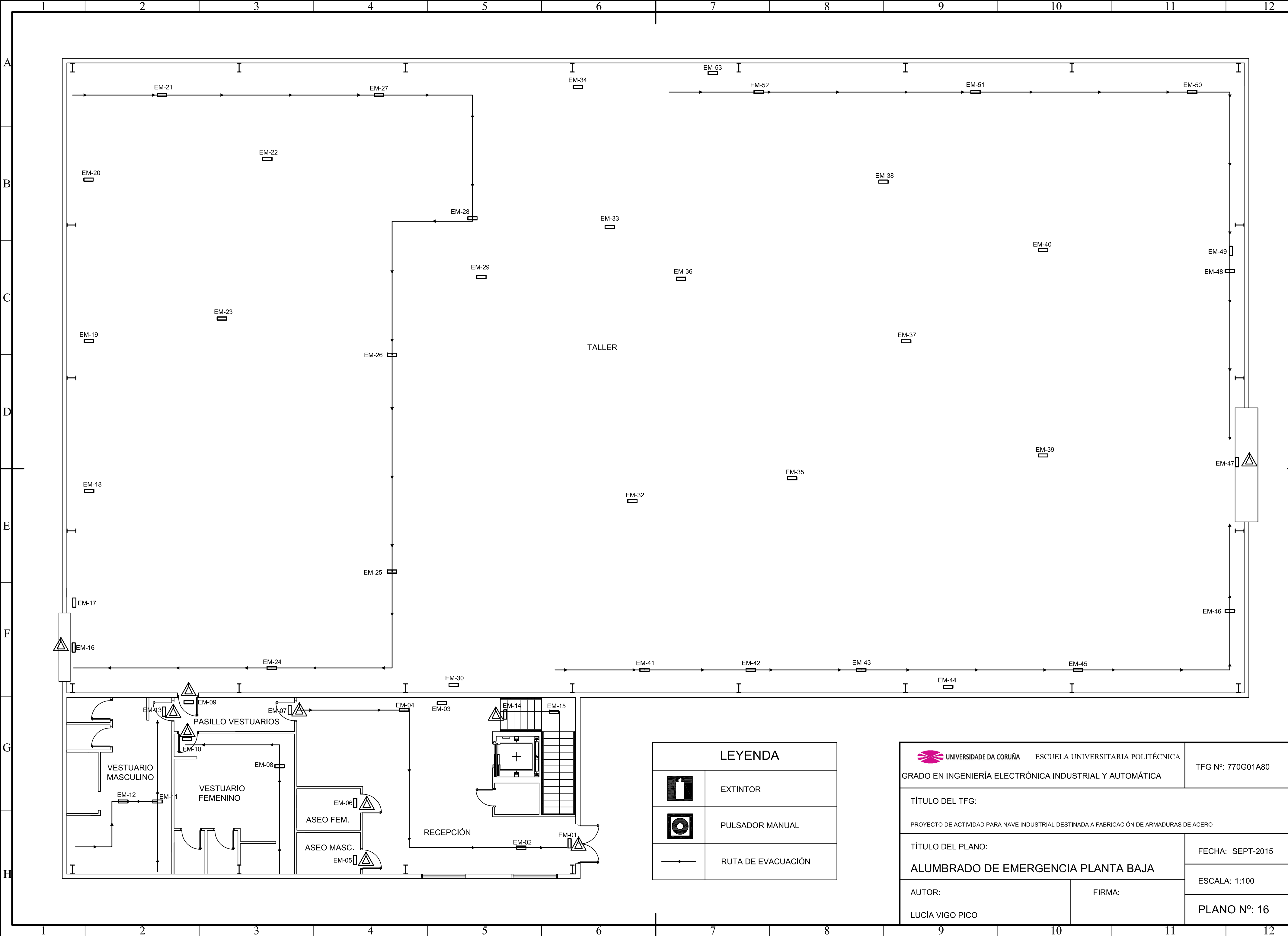
LEYENDA	
	EXTINTOR
	PULSADOR MANUAL
	SIRENA

UNIVERSIDADE DA CORUÑA    ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G01A80
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA		
TÍTULO DEL TFG: <small>PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO</small>		
TÍTULO DEL PLANO: <b>CONTRAINCENDIOS PLANTA BAJA</b>		FECHA: SEPT-2015
AUTOR: LUCÍA VIGO PICO		ESCALA: 1:100
FIRMA:		PLANO Nº: 14



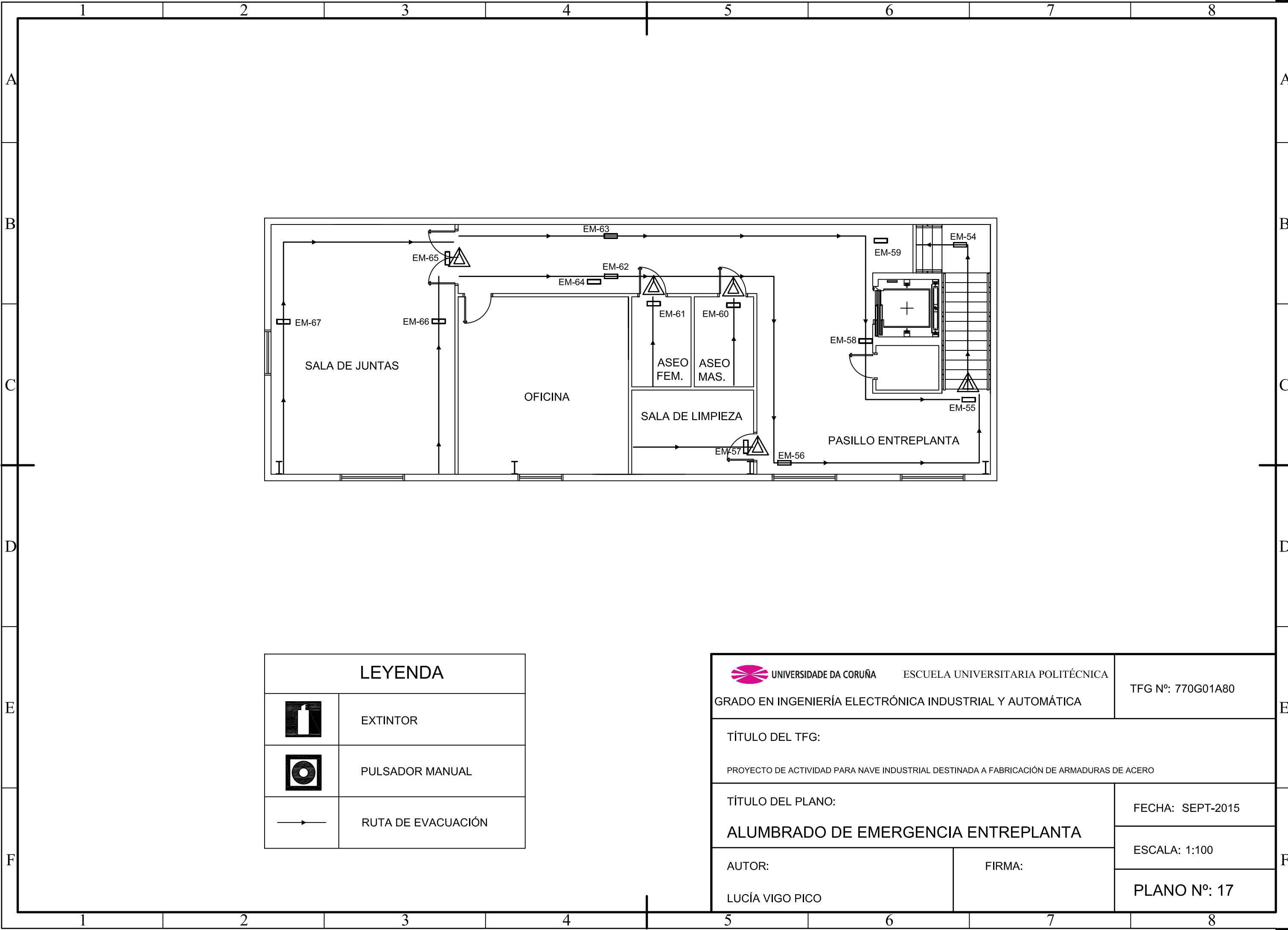
LEYENDA	
	EXTINTOR
	PULSADOR MANUAL
	SIRENA

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA	TFG Nº: 770G01A80
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA			
TÍTULO DEL TFG:			
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO			
TÍTULO DEL PLANO:			FECHA: SEPT-2015
CONTRAINCENDIOS ENTREPLANTA			ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:		PLANO Nº: 15
LUCÍA VIGO PICO			



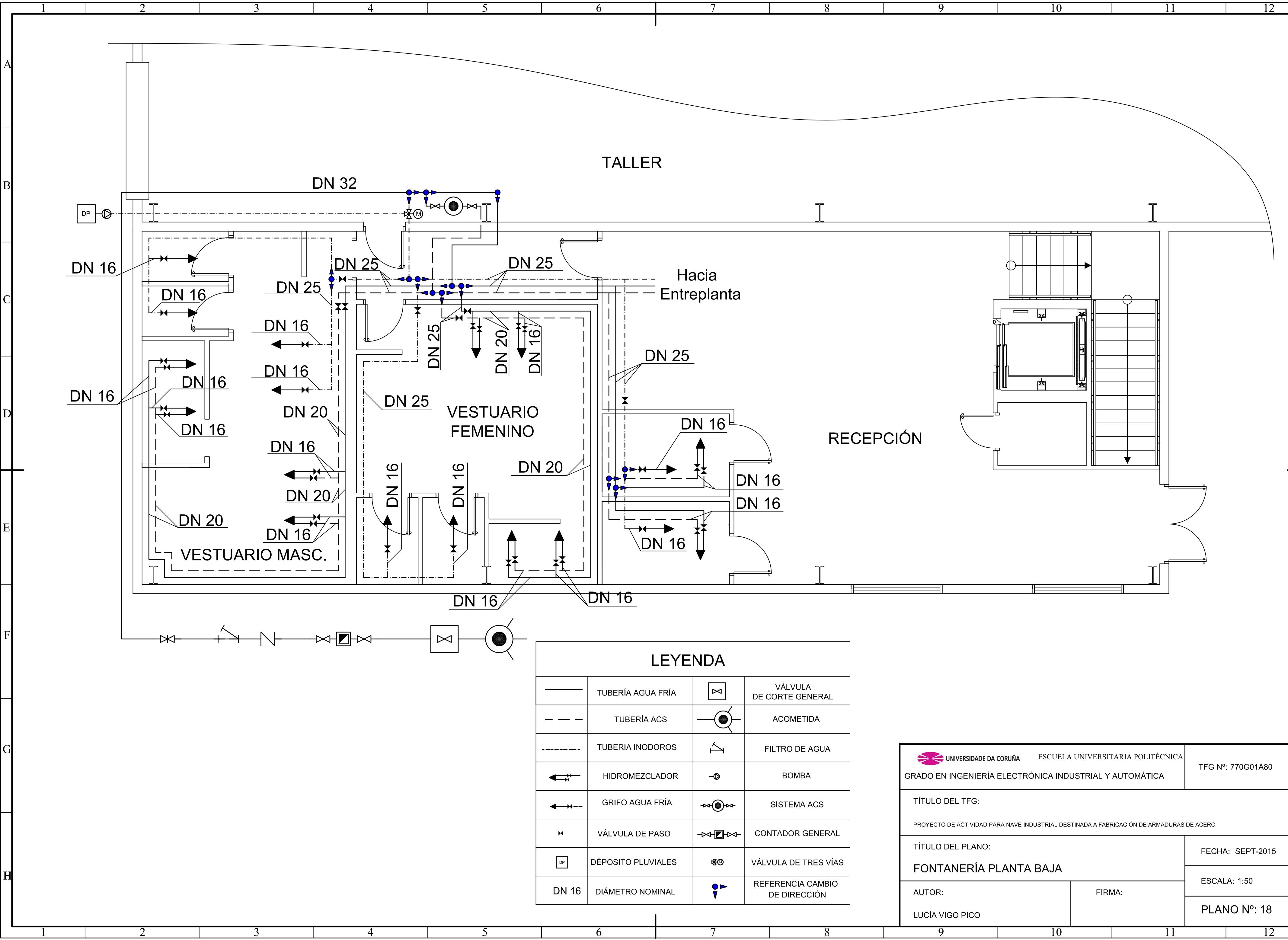
LEYENDA	
	EXTINTOR
	PULSADOR MANUAL
	RUTA DE EVACUACIÓN

UNIVERSIDADE DA CORUÑA    ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G01A80
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA		
TÍTULO DEL TFG:		
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: SEPT-2015
ALUMBRADO DE EMERGENCIA PLANTA BAJA		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 16
LUCÍA VIGO PICO		



LEYENDA	
	EXTINTOR
	PULSADOR MANUAL
	ruta de evacuación

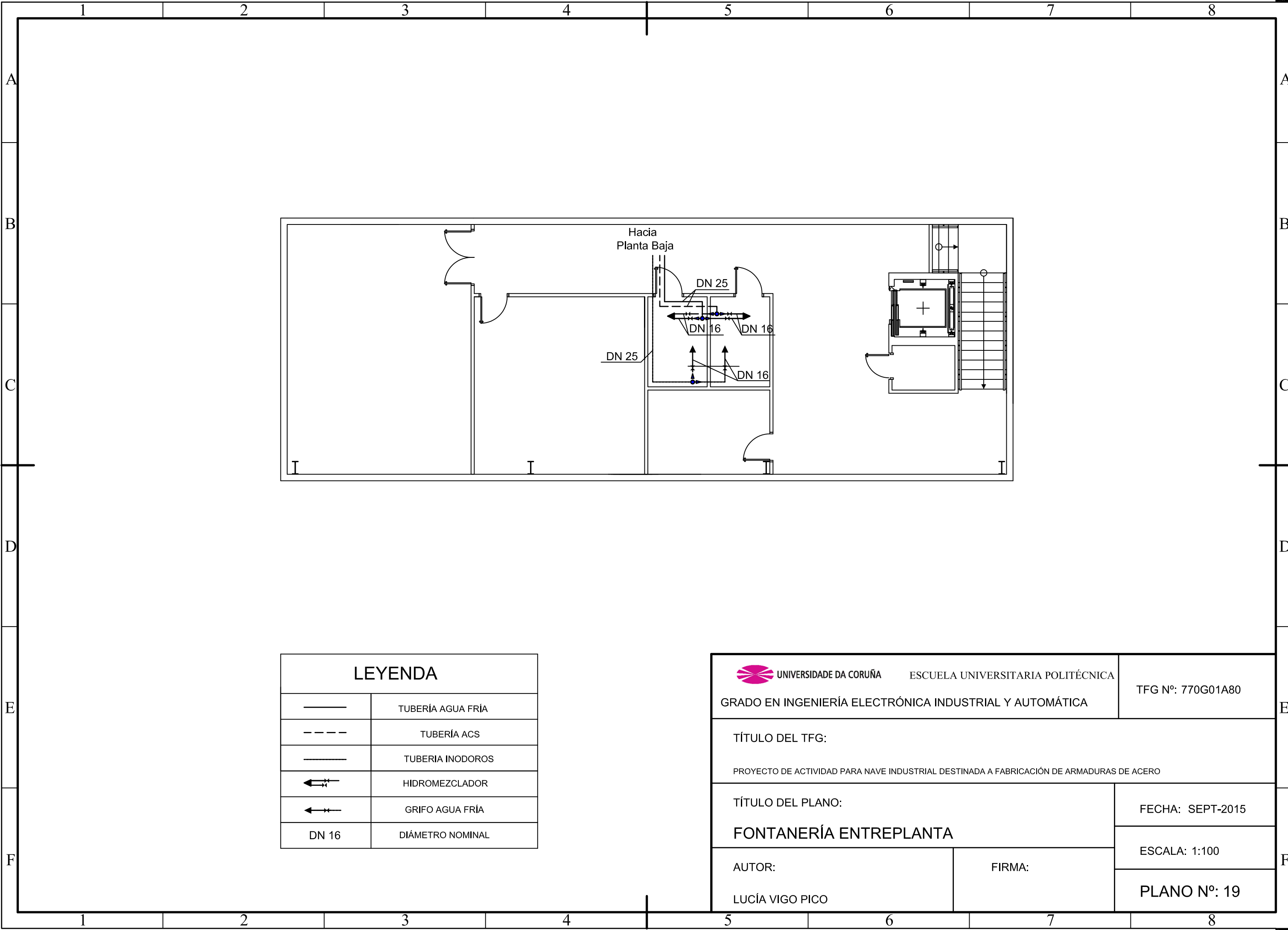
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA	TFG Nº: 770G01A80
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA			
TÍTULO DEL TFG:			
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO			
TÍTULO DEL PLANO:			FECHA: SEPT-2015
ALUMBRADO DE EMERGENCIA ENTREPLANTA			ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:		PLANO Nº: 17
LUCÍA VIGO PICO			



LEYENDA			
	TUBERÍA AGUA FRÍA		VÁLVULA DE CORTE GENERAL
	TUBERÍA ACS		ACOMETIDA
	TUBERIA INODOROS		FILTRO DE AGUA
	HIDROMEZCLADOR		BOMBA
	GRIFO AGUA FRÍA		SISTEMA ACS
	VÁLVULA DE PASO		CONTADOR GENERAL
	DÉPOSITO PLUVIALES		VÁLVULA DE TRES VÍAS
DN 16	DIÁMETRO NOMINAL		REFERENCIA CAMBIO DE DIRECCIÓN

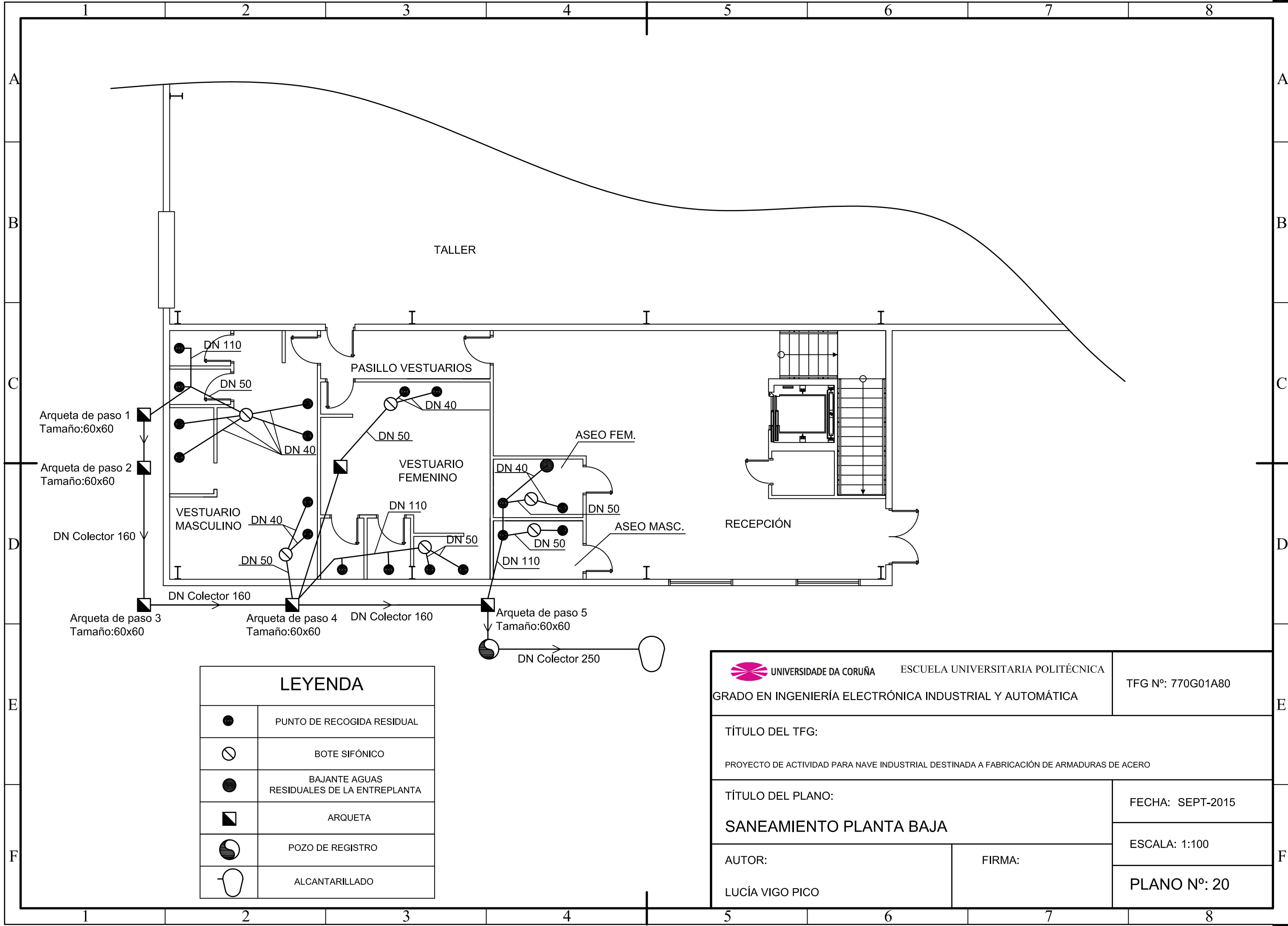
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G01A80
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA		
TÍTULO DEL TFG:		
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: SEPT-2015
FONTANERÍA PLANTA BAJA		ESCALA: 1:50
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 18
LUCÍA VIGO PICO		





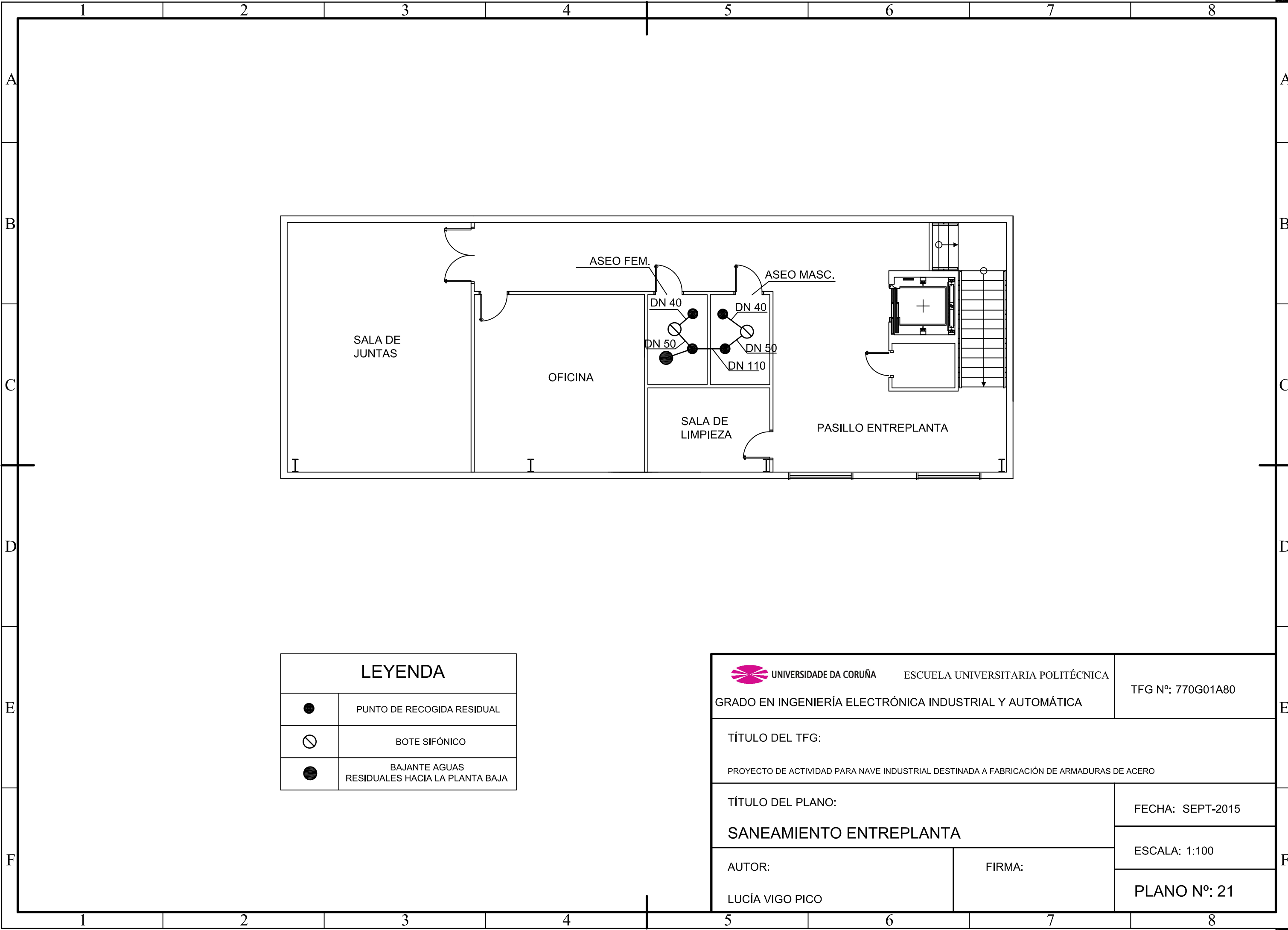
LEYENDA	
	TUBERÍA AGUA FRÍA
	TUBERÍA ACS
	TUBERIA INODOROS
	HIDROMEZCLADOR
	GRIFO AGUA FRÍA
DN 16	DIÁMETRO NOMINAL

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA	TFG Nº: 770G01A80
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA			
TÍTULO DEL TFG:			
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO			
TÍTULO DEL PLANO:			FECHA: SEPT-2015
FONTANERÍA ENTREPLANTA			ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 19	
LUCÍA VIGO PICO			



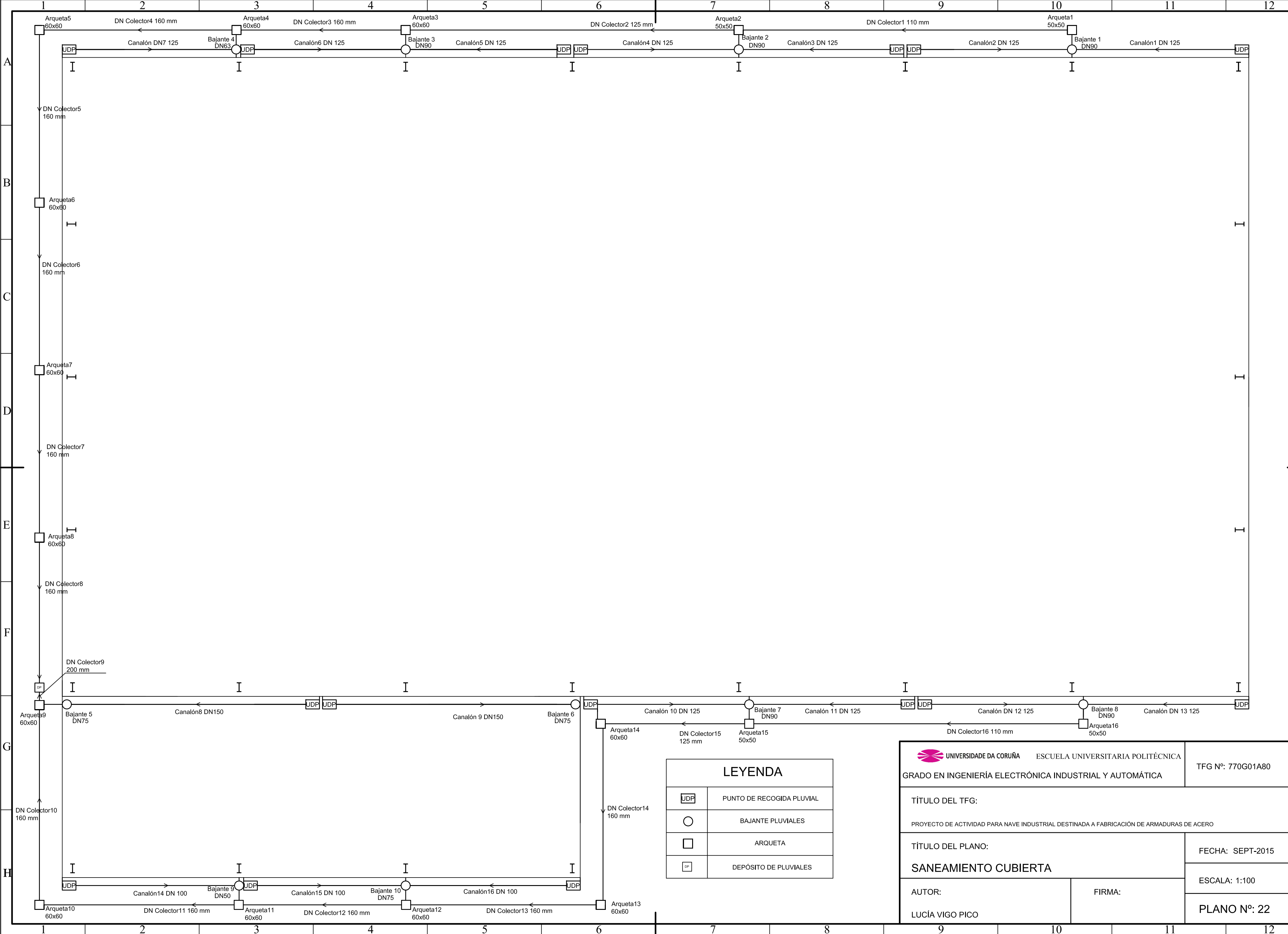
LEYENDA	
	PUNTO DE RECOGIDA RESIDUAL
	BOTE SIFÓNICO
	BAJANTE AGUAS RESIDUALES DE LA ENTREPLANTA
	ARQUETA
	POZO DE REGISTRO
	ALCANTARILLADO

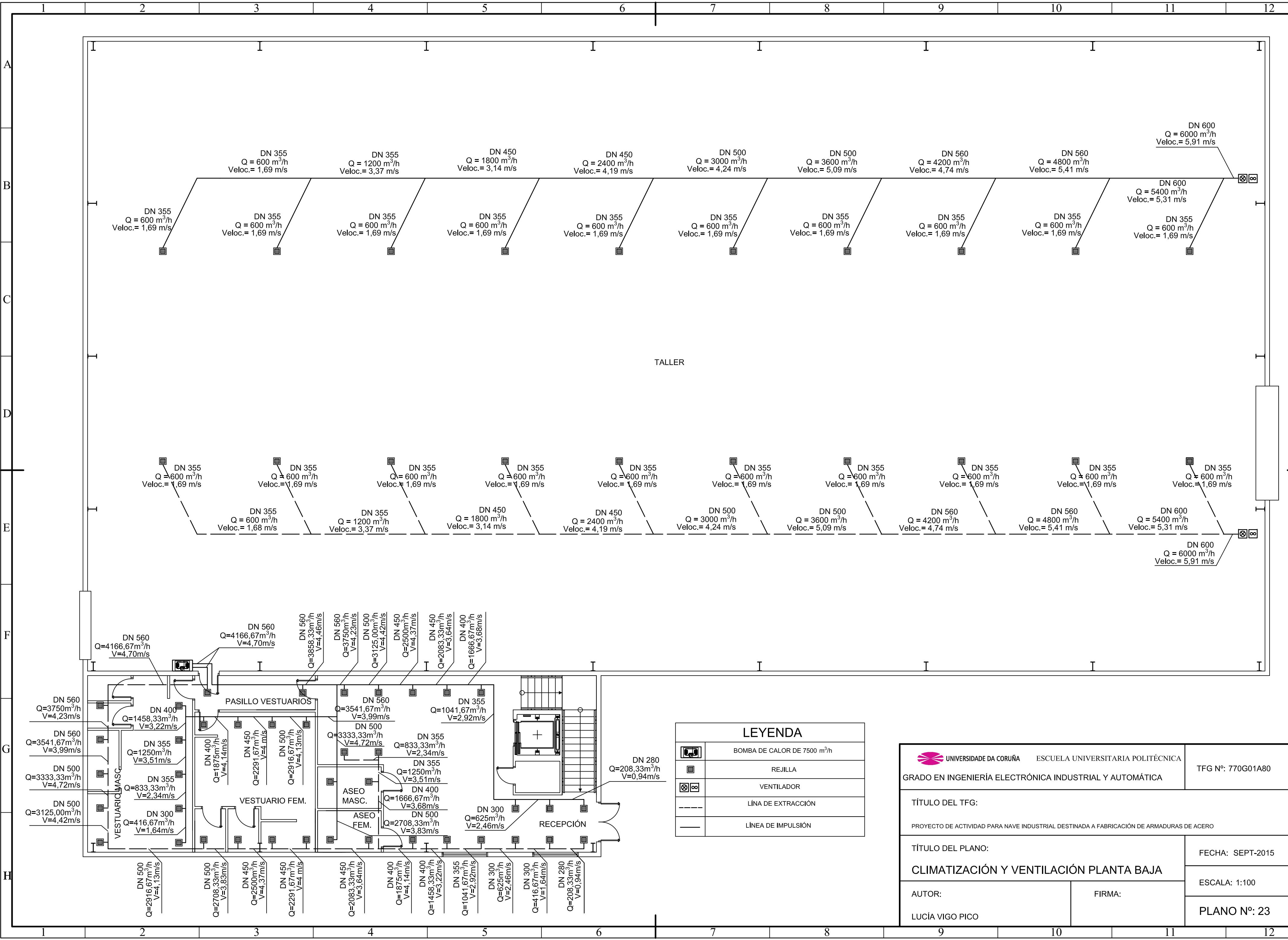
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA	TFG Nº: 770G01A80
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA			
TÍTULO DEL TFG:			
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO			
TÍTULO DEL PLANO:			FECHA: SEPT-2015
SANEAMIENTO PLANTA BAJA			ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:		PLANO Nº: 20
LUCÍA VIGO PICO			



LEYENDA	
	PUNTO DE RECOGIDA RESIDUAL
	BOTE SIFÓNICO
	BAJANTE AGUAS RESIDUALES HACIA LA PLANTA BAJA

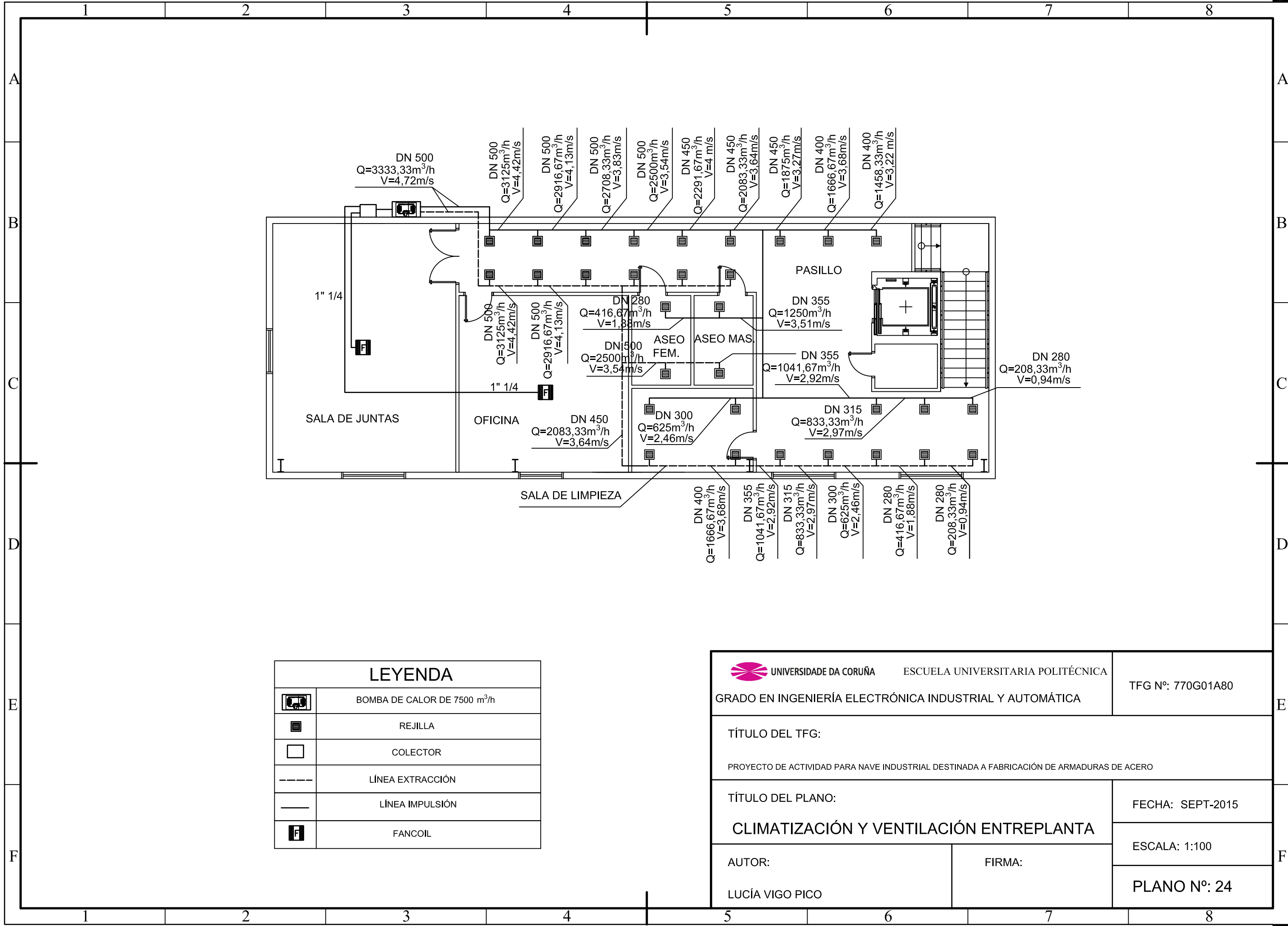
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA	
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA			TFG Nº: 770G01A80
TÍTULO DEL TFG:			
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO			
TÍTULO DEL PLANO:			FECHA: SEPT-2015
SANEAMIENTO ENTREPLANTA			ESCALA: 1:100
AUTOR:		FIRMA:	PLANO Nº: 21
LUCÍA VIGO PICO			



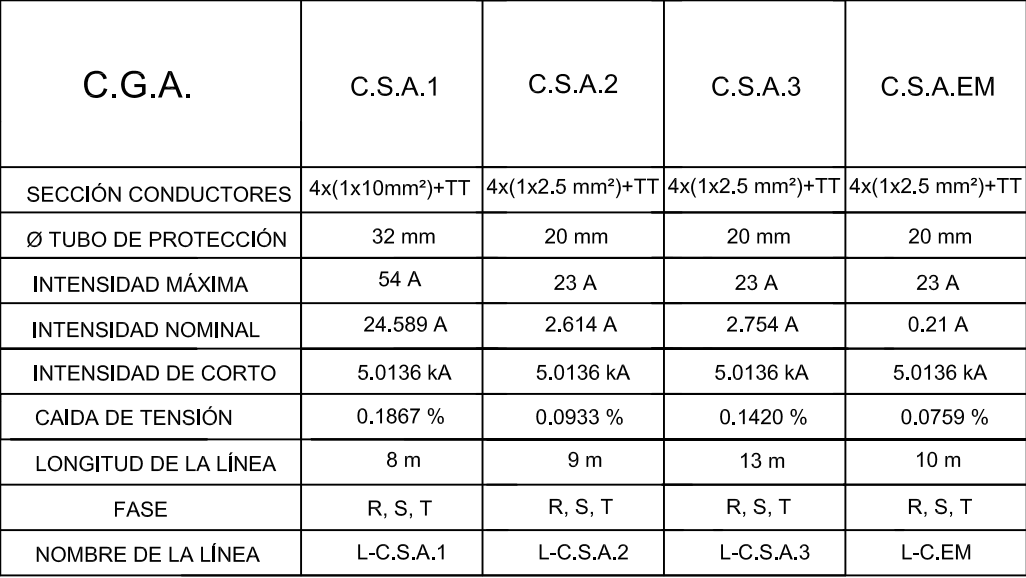


LEYENDA	
	BOMBA DE CALOR DE 7500 m³/h
	REJILLA
	VENTILADOR
	LÍNEA DE EXTRACCIÓN
	LÍNEA DE IMPULSIÓN

UNIVERSIDADE DA CORUÑA    ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G01A80
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA		
TÍTULO DEL TFG:		
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: SEPT-2015
CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN PLANTA BAJA		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 23
LUCÍA VIGO PICO		

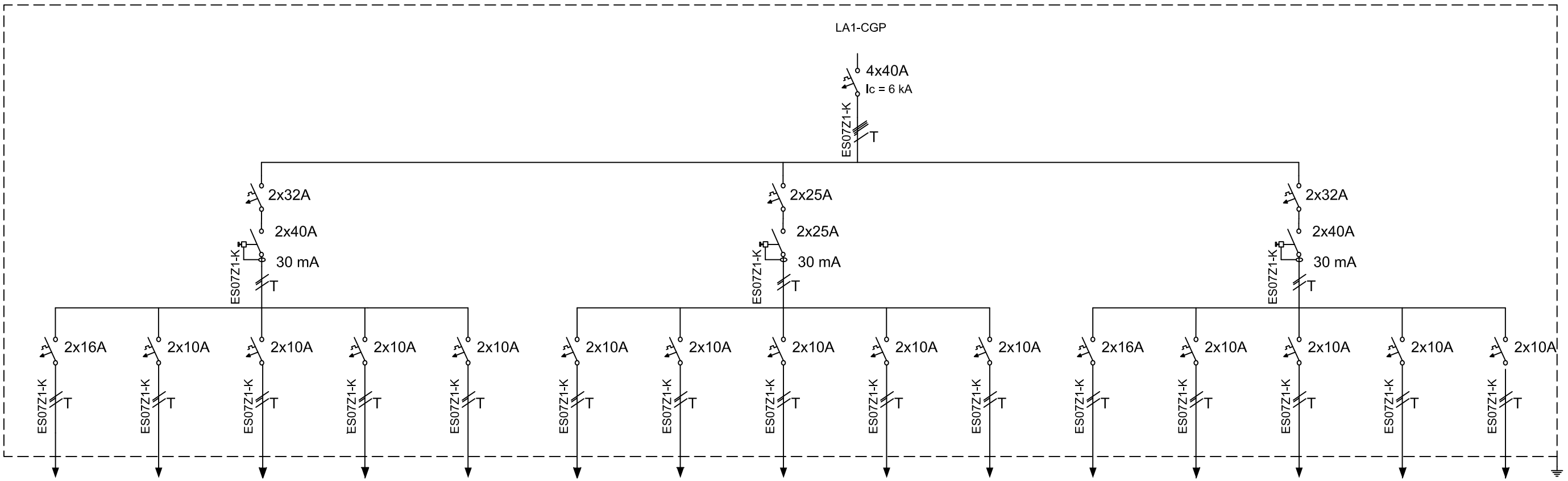









 <b>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</b>		<b>ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA</b>		<b>TFG Nº: 770G01A80</b>	
<b>GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA</b>					
<b>TÍTULO DEL TFG:</b>					
<b>PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO</b>					
<b>TÍTULO DEL PLANO:</b>				<b>FECHA: SEPT-2015</b>	
<b>UNIFILAR CUADRO GENERAL DE ALUMBRADO</b>				<b>ESCALA: S/E</b>	
<b>AUTOR:</b>		<b>FIRMA:</b>		<b>PLANO Nº: 26</b>	
<b>LUCÍA VIGO PICO</b>					

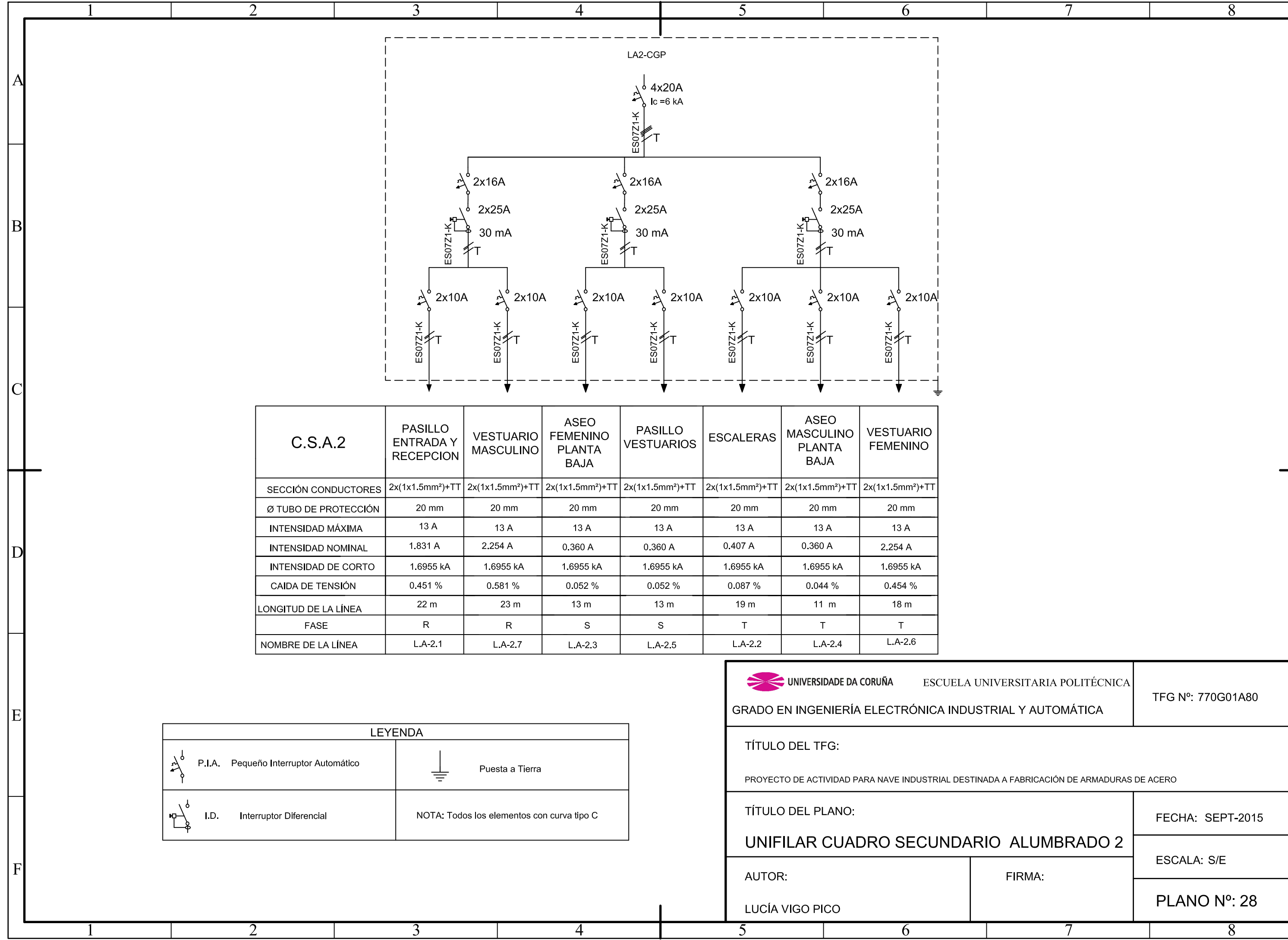




C.S.A.1	TALLER	ALUMBRADO EXTERIOR	ALUMBRADO EXTERIOR	ALUMBRADO EXTERIOR	ALUMBRADO EXTERIOR	TALLER	ALUMBRADO EXTERIOR	ALUMBRADO EXTERIOR	ALUMBRADO EXTERIOR	ALUMBRADO EXTERIOR	TALLER	ALUMBRADO EXTERIOR	ALUMBRADO EXTERIOR	ALUMBRADO EXTERIOR	ALUMBRADO EXTERIOR
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x4mm²)+TT	2x(1x6mm²)+TT	2x(1x6mm²)+TT	2x(1x6mm²)+TT	2x(1x6mm²)+TT	2x(1x4mm²)+TT	2x(1x6mm²)+TT	2x(1x6mm²)+TT	2x(1x6mm²)+TT	2x(1x6mm²)+TT	2x(1x6mm²)+TT	2x(1x6mm²)+TT	2x(1x6mm²)+TT	2x(1x6mm²)+TT	2x(1x6mm²)+TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
INTENSIDAD MÁXIMA	27 A	36 A	36 A	36 A	36 A	27 A	36 A	36 A	36 A	36 A	36 A	36 A	36 A	36 A	36 A
INTENSIDAD NOMINAL	10,166 A	3,913 A	3,913 A	3,913 A	3,913 A	6,777 A	3,913 A	3,913 A	3,913 A	3,913 A	10,166 A	3,913 A	3,913 A	3,913 A	3,913 A
INTENSIDAD DE CORTO	3.5398 kA	3.5398 kA	3.5398 kA	3.5398 kA	3.5398 kA	3.5398 kA	3.5398 kA	3.5398 kA	3.5398 kA	3.5398 kA	3.5398 kA	3.5398 kA	3.5398 kA	3.5398 kA	3.5398 kA
CAIDA DE TENSIÓN	1.196 %	0.383 %	0.920 %	0.438 %	0.986 %	1.395 %	0.482 %	0.986 %	0.493 %	1.041 %	1.993 %	0.570 %	1.063 %	0.592 %	1.118 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	28 m	35 m	84 m	40 m	90 m	49 m	44 m	90 m	45 m	95 m	70 m	52 m	97 m	54 m	102 m
FASE	R	R	R	R	R	S	S	S	S	S	T	T	T	T	T
NOMBRE DE LA LÍNEA	L.A-1.1	L.A-1.4	L.A-1.7	L.A-1.10	L.A-1.13	L.A-1.2	L.A-1.5	L.A-1.8	L.A-1.11	L.A-1.14	L.A-1.3	L.A-1.6	L.A-1.9	L.A-1.12	L.A-1.15

LEYENDA	
 P.I.A. Pequeño Interruptor Automático	 Puesta a Tierra
 I.D. Interruptor Diferencial	NOTA: Todos los elementos con curva tipo C

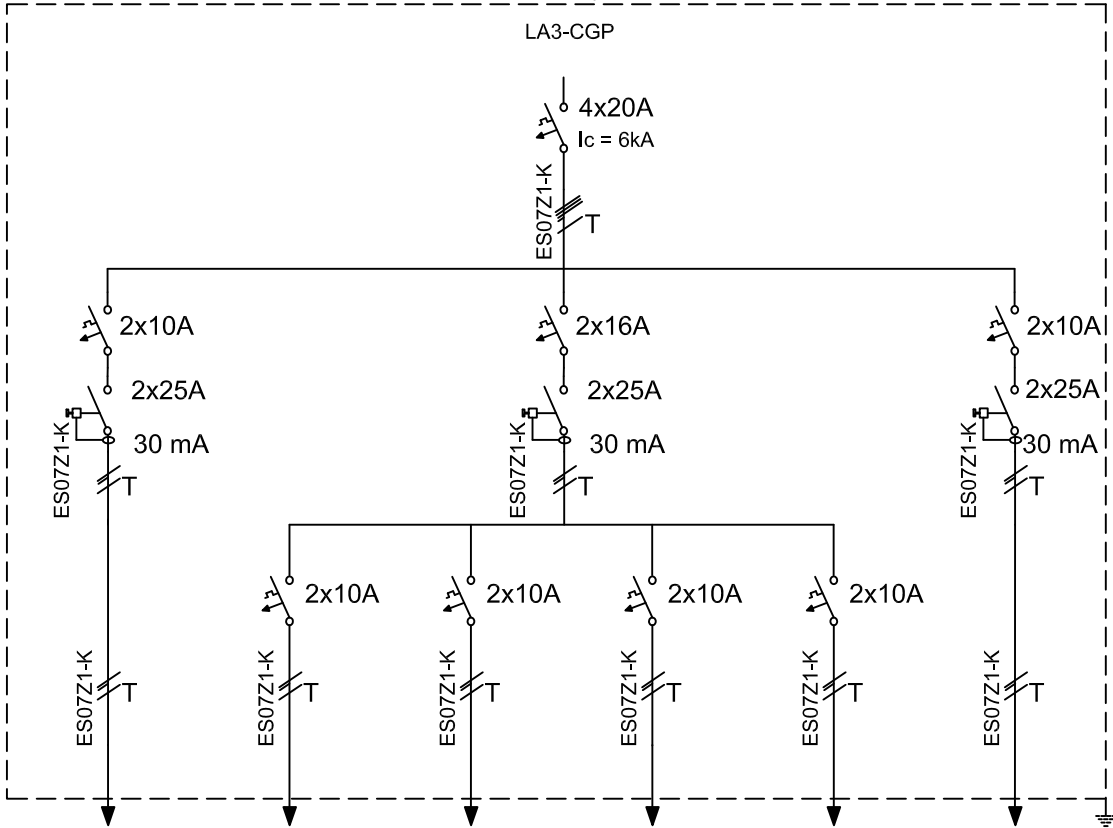
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G01A80
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA		
TÍTULO DEL TFG:		
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: SEPT-2015
UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO ALUMBRADO 1		ESCALA: S/E
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 27
LUCÍA VIGO PICO		






C.S.A.2	PASILLO ENTRADA Y RECEPCION	VESTUARIO MASCULINO	ASEO FEMENINO PLANTA BAJA	PASILLO VESTUARIOS	ESCALERAS	ASEO MASCULINO PLANTA BAJA	VESTUARIO FEMENINO
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
INTENSIDAD MÁXIMA	13 A	13 A	13 A	13 A	13 A	13 A	13 A
INTENSIDAD NOMINAL	1.831 A	2.254 A	0.360 A	0.360 A	0.407 A	0.360 A	2.254 A
INTENSIDAD DE CORTO	1.6955 kA	1.6955 kA	1.6955 kA	1.6955 kA	1.6955 kA	1.6955 kA	1.6955 kA
CAIDA DE TENSIÓN	0.451 %	0.581 %	0.052 %	0.052 %	0.087 %	0.044 %	0.454 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	22 m	23 m	13 m	13 m	19 m	11 m	18 m
FASE	R	R	S	S	T	T	T
NOMBRE DE LA LÍNEA	L.A-2.1	L.A-2.7	L.A-2.3	L.A-2.5	L.A-2.2	L.A-2.4	L.A-2.6

LEYENDA	
P.I.A. Pequeño Interruptor Automático	Puesta a Tierra
I.D. Interruptor Diferencial	NOTA: Todos los elementos con curva tipo C

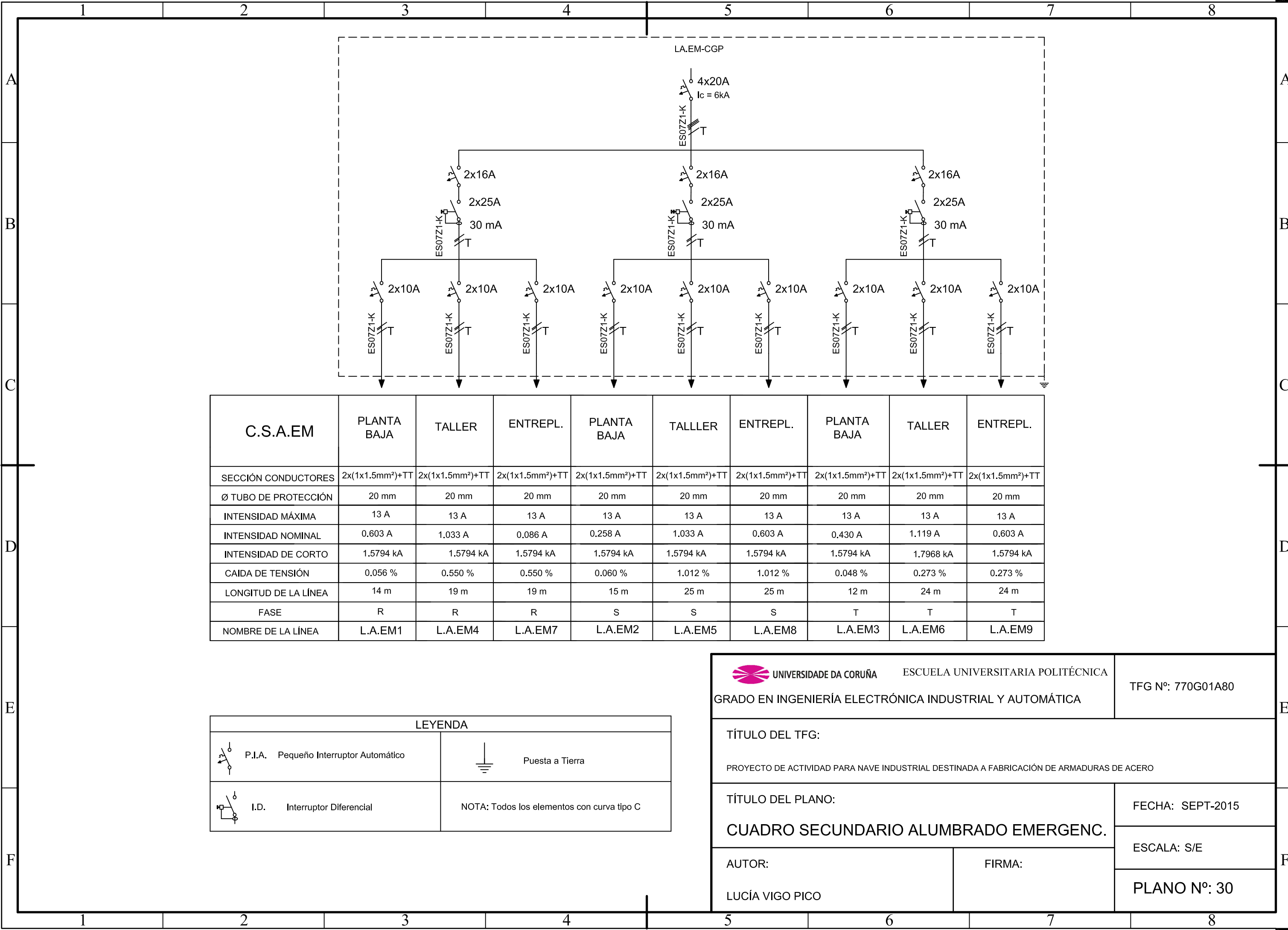
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA	TFG Nº: 770G01A80
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA			
TÍTULO DEL TFG:			
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO			
TÍTULO DEL PLANO:			FECHA: SEPT-2015
UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO ALUMBRADO 2			ESCALA: S/E
AUTOR:	FIRMA:		PLANO Nº: 28
LUCÍA VIGO PICO			



C.S.A.3	ASEO MASCULINO ENTREPL.	SALA LIMPIEZA	ASEO FEMENINO ENTREPL.	OFICINA	SALA DE JUNTAS.	PASILLO ENTREPL.
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
INTENSIDAD MÁXIMA	13 A	13 A	13 A	13 A	13 A	13 A
INTENSIDAD NOMINAL	0.360 A	0.360 A	0.360 A	2.583 A	3.616 A	1.017 A
INTENSIDAD DE CORTO	1.3101 kA	1.3101 kA	1.3101 kA	1.3101 kA	1.3101 kA	1.3101 kA
CAIDA DE TENSIÓN	0.056 %	0.060 %	0.048 %	0.550 %	1.012 %	0.273 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	14 m	15 m	12 m	19 m	25 m	24 m
FASE	R	S	S	S	S	T
NOMBRE DE LA LÍNEA	L.A-3.4	L.A-3.3	L.A-3.5	L.A-3.2	L.A-3.1	L.A-3.6

LEYENDA	
 P.I.A. Pequeño Interruptor Automático	 Puesta a Tierra
 I.D. Interruptor Diferencial	NOTA: Todos los elementos con curva tipo C

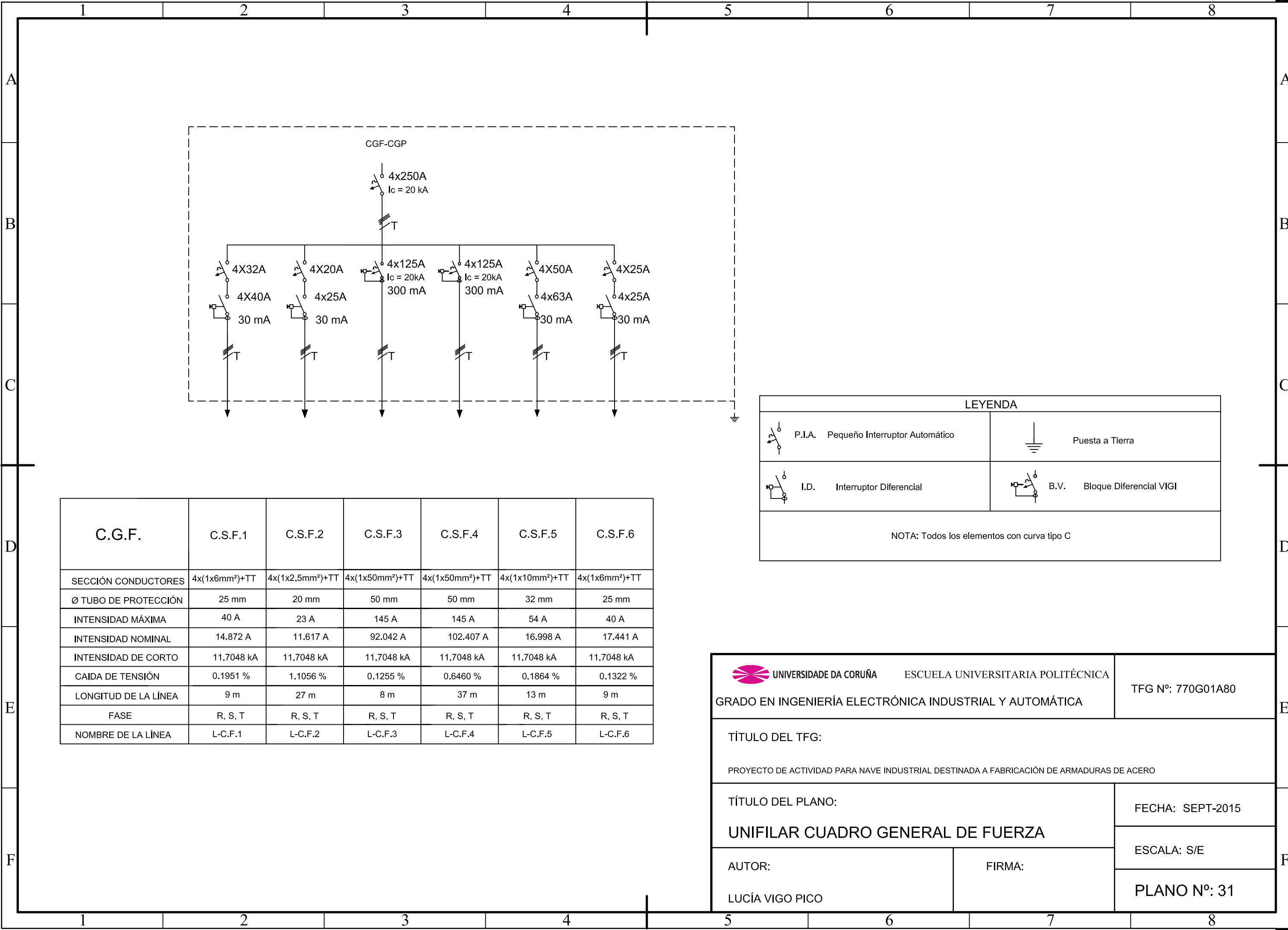
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA		TFG Nº: 770G01A80
TÍTULO DEL TFG: PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO		
TÍTULO DEL PLANO: UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO ALUMBRADO 3		FECHA: SEPT-2015
AUTOR: LUCÍA VIGO PICO		ESCALA: S/E
FIRMA:		PLANO Nº: 29

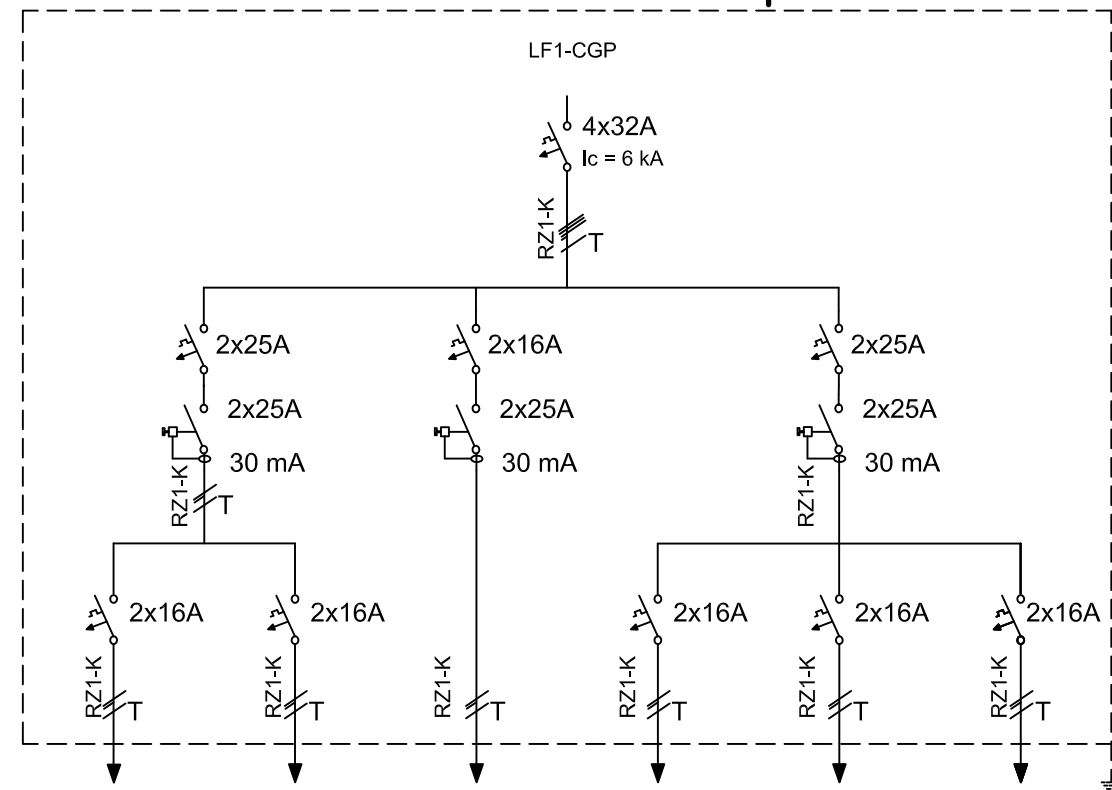


C.S.A.EM	PLANTA BAJA	TALLER	ENTREPL.	PLANTA BAJA	TALLER	ENTREPL.	PLANTA BAJA	TALLER	ENTREPL.
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
INTENSIDAD MÁXIMA	13 A	13 A	13 A	13 A	13 A	13 A	13 A	13 A	13 A
INTENSIDAD NOMINAL	0.603 A	1.033 A	0.086 A	0.258 A	1.033 A	0.603 A	0.430 A	1.119 A	0.603 A
INTENSIDAD DE CORTO	1.5794 kA	1.5794 kA	1.5794 kA	1.5794 kA	1.5794 kA	1.5794 kA	1.5794 kA	1.7968 kA	1.5794 kA
CAIDA DE TENSIÓN	0.056 %	0.550 %	0.550 %	0.060 %	1.012 %	1.012 %	0.048 %	0.273 %	0.273 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	14 m	19 m	19 m	15 m	25 m	25 m	12 m	24 m	24 m
FASE	R	R	R	S	S	S	T	T	T
NOMBRE DE LA LÍNEA	L.A.EM1	L.A.EM4	L.A.EM7	L.A.EM2	L.A.EM5	L.A.EM8	L.A.EM3	L.A.EM6	L.A.EM9




LEYENDA	
P.I.A. Pequeño Interruptor Automático	Puesta a Tierra
I.D. Interruptor Diferencial	NOTA: Todos los elementos con curva tipo C

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA		TFG Nº: 770G01A80
TÍTULO DEL TFG: PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO		
TÍTULO DEL PLANO: CUADRO SECUNDARIO ALUMBRADO EMERGENC.		FECHA: SEPT-2015
AUTOR: LUCÍA VIGO PICO		ESCALA: S/E
FIRMA:		PLANO Nº: 30

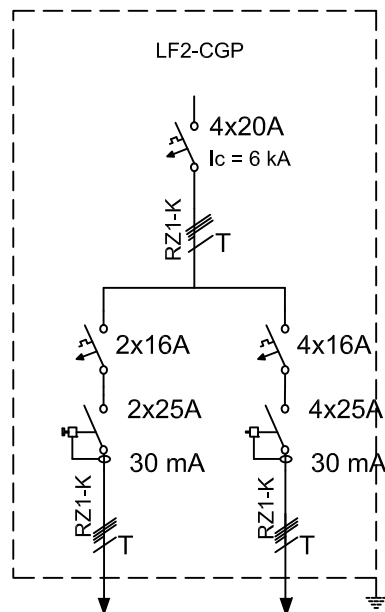




C.S.F.1	VESTUARIO MASCULINO	RECEPCIÓN	ASEO MASCULINO PL.BAJA	VESTUARIO FEMENINO	PASILLO VESTUARIO	ASEO FEMENINO PL. BAJA
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5 mm²)+TT	2x(1x2.5 mm²)+TT	2x(1x2.5 mm²)+TT	2x(1x2.5 mm²)+TT	2x(1x2.5 mm²)+TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
INTENSIDAD MÁXIMA	22 A	22 A	22 A	22 A	22 A	22 A
INTENSIDAD NOMINAL	12.800 A	9.600 A	3.200 A	12.800 A	3.200 A	3.200 A
INTENSIDAD DE CORTO	4.0511 kA	4.0511 kA	4.0511 kA	4.0511 kA	4.0511 kA	4.0511 kA
CAIDA DE TENSIÓN	1.6309 %	0.9513 %	0.3398 %	1.1779 %	0.2492 %	0.2945 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	18 m	14 m	15 m	13 m	11 m	13 m
FASE	R	R	S	T	T	T
NOMBRE DE LA LÍNEA	L.F-1.1	L.F-1.4	L.F-1.6	L.F-1.2	L.F-1.3	L.F-1.5

LEYENDA	
 <p>P.I.A. Pequeño Interruptor Automático</p>	 <p>Puesta a Tierra</p>
 <p>I.D. Interruptor Diferencial</p>	<p>NOTA: Todos los elementos con curva tipo C</p>

 <div> <div>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div> <div>ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA</div> </div>		TFG Nº: 770G01A80
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA		
TÍTULO DEL TFG:  PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO		
TÍTULO DEL PLANO:  UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE FUERZA 1		FECHA: SEPT-2015
AUTOR:  LUCÍA VIGO PICO		ESCALA: S/E
		PLANO Nº: 32
FIRMA:		



C.S.F.2	TOMAS MONOF. (ASCENSOR)	MOTOR ASCENSOR
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x2,5mm <sup>2</sup> )+TT	4x(1x2.5mm <sup>2</sup> )+TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	20 mm
INTENSIDAD MÁXIMA	22 A	21 A
INTENSIDAD NOMINAL	3.200 A	12.800 A
INTENSIDAD DE CORTO	0.7959 kA	0.7959 kA
CAIDA DE TENSIÓN	3.1473 %	0.5953 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	16 m	16 m
FASE	R	R, S, T
NOMBRE DE LA LINEA	L.F-2.1	L.F-2.2

LEYENDA	
	P.I.A. Pequeño Interruptor Automático
	I.D. Interruptor Diferencial
	Puesta a Tierra
NOTA: Todos los elementos con curva tipo C	



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

TFG Nº: 770G01A80

TÍTULO DEL TFG:

PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO

TÍTULO DEL PLANO:

UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE FUERZA 2

FECHA: SEPTIEMBRE-2015

ESCALA: S/E

AUTOR:

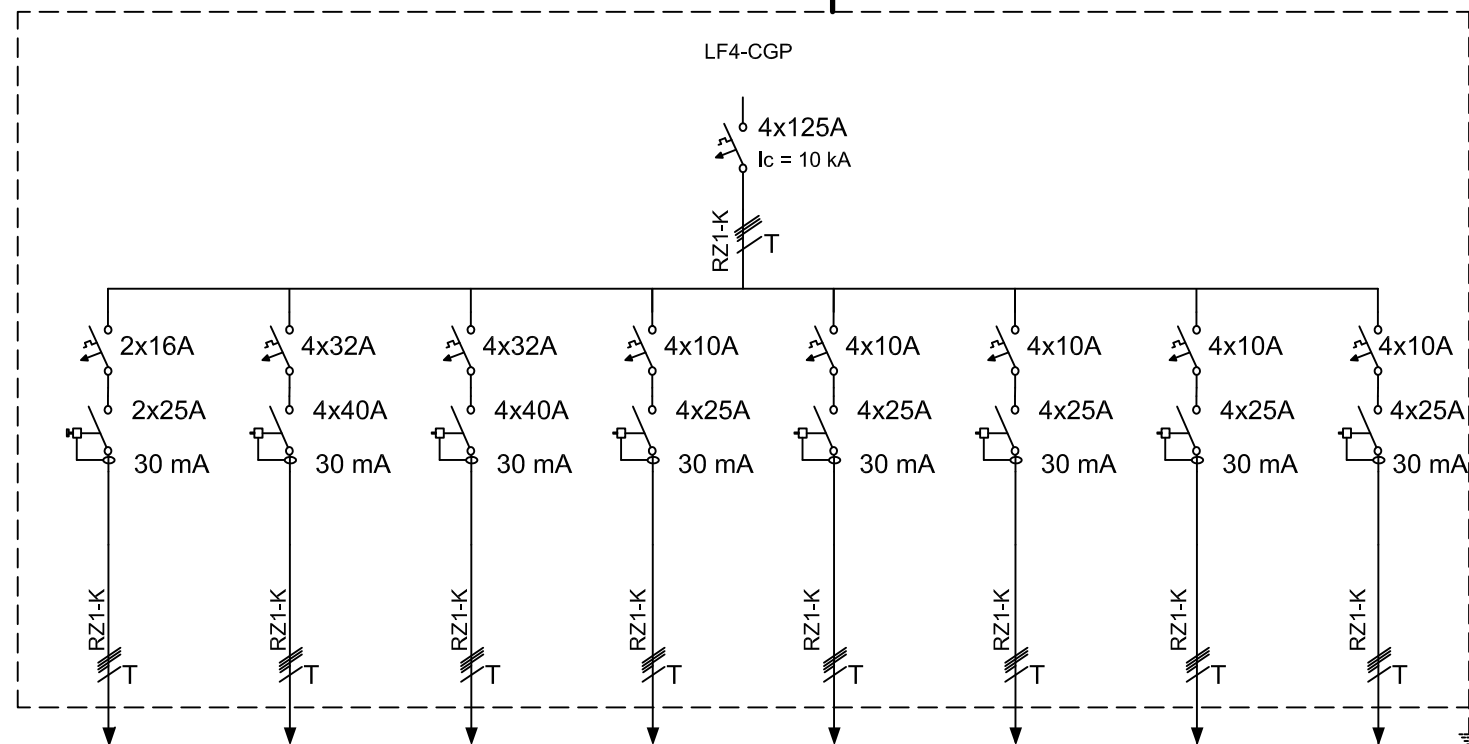
LUCÍA VIGO PICO

FIRMA:




PLANO Nº: 33



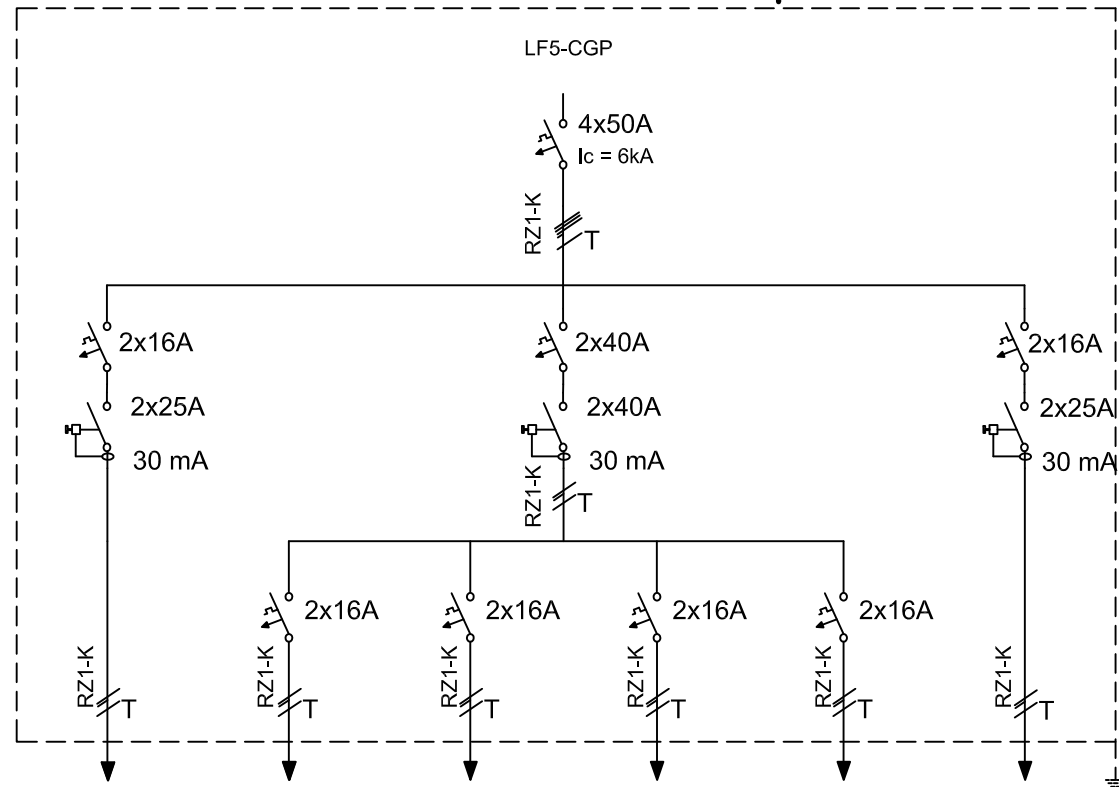







C.S.F.4	TOMAS MONOF. (TALLER)	T.C.C. (TALLER)	T.C.C. (TALLER)	COMPRESOR	CIZALLA	ESTRIBADORA	ENSAMBLADORA	MOTOR PORTAL
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x4mm²)+TT	4x(1x6mm²)+TT	4x(1x6mm²)+TT	4x(1x2.5mm²)+TT	4x(1x2.5mm²)+TT	4x(1x4mm²)+TT	4x(1x2.5mm²)+TT	4x(1x2.5mm²)+T
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	25 mm	25 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
INTENSIDAD MÁXIMA	26.5 A	26.5 A	40 A	40 A	40 A	23 A	23 A	23 A
INTENSIDAD NOMINAL	12.800 A	25.548A	19.161 A	3.383 A	4.962 A	33.829 A	9.021 A	2.255 A
INTENSIDAD DE CORTO	6.1329 kA	6.1329 kA	6.1329 kA	6.1329 kA	6.1329 kA	6.1329 kA	6.1329 kA	6.1329 kA
CAIDA DE TENSIÓN	2.9787 %	2.1599 %	1.3686 %	0.1312 %	0.6121 %	2.1450 %	1.3037 %	0.5803 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	53 m	58 m	49 m	11 m	35 m	29 m	41 m	73 m
FASE	T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T
NOMBRE DE LA LÍNEA	L.F-4.3	L.F-4.1	L.F-4.2	L.F-4.4	L.F-4.5	L.F-4.6	L.F-4.7	L.F-4.8

LEYENDA	
 <p>P.I.A. Pequeño Interruptor Automático</p>	 <p>Puesta a Tierra</p>
 <p>I.D. Interruptor Diferencial</p>	<p>NOTA: Todos los elementos con curva tipo C</p>

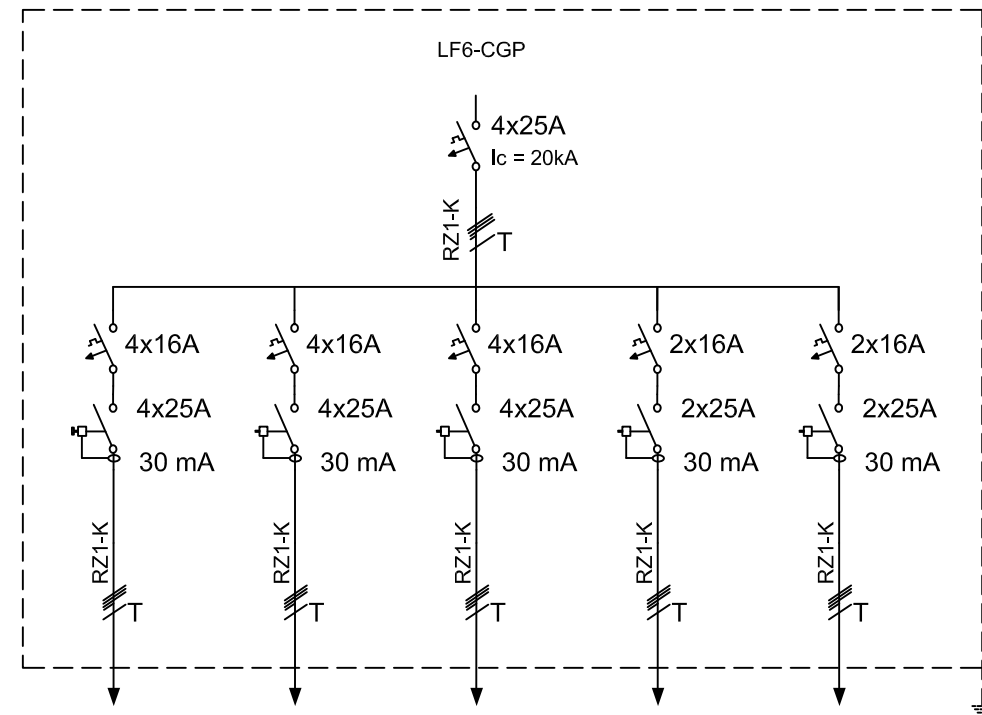
 <b>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</b>		<b>ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA</b>		<b>TFG Nº: 770G01A80</b>	
<b>GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA</b>					
<b>TÍTULO DEL TFG:</b>					
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO					
<b>TÍTULO DEL PLANO:</b>				<b>FECHA: SEPT-2015</b>	
<b>UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE FUERZA 4</b>				<b>ESCALA: S/E</b>	
<b>AUTOR:</b>		<b>FIRMA:</b>		<b>PLANO Nº: 35</b>	
LUCÍA VIGO PICO					






C.S.F.5	ASEO MASCULINO ENTREPL.	SALA DE JUNTAS	OFICINA ADMINSTR.	ASEO FEMENINO ENTREPL.	SALA LIMPIEZA	PASILLO ENTREPL.
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x4mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	30 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
INTENSIDAD MÁXIMA	22 A	22 A	30 A	30 A	22 A	22 A
INTENSIDAD NOMINAL	3.200 A	16.000 A	16.000 A	3.200 A	3.200 A	9.600 A
INTENSIDAD DE CORTO	4.5376 kA	4.5376 kA	4.5376 kA	4.5376 kA	4.5376 kA	4.5376 kA
CAIDA DE TENSIÓN	0.1019 %	2.5993 %	2.7181 %	0.1133 %	0.1359 %	0.6116 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	9 m	37 m	24 m	10 m	12 m	18 m
FASE	R	S	S	S	S	T
NOMBRE DE LA LÍNEA	L.F-5,4	L.F-5,1	L.F-5,2	L.F-5,3	L.F-5,5	L.F-5,6

LEYENDA	
 <p>P.I.A. Pequeño Interruptor Automático</p>	 <p>Puesta a Tierra</p>
 <p>I.D. Interruptor Diferencial</p>	<p>NOTA: Todos los elementos con curva tipo C</p>

 <div> <div>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div> <div>ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA</div> </div>		TFG Nº: 770G01A80
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA		
TÍTULO DEL TFG:		
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: SEPT-2015
UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE FUERZA 5		ESCALA: S/E
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 36
LUCÍA VIGO PICO		



C.S.F.6	BOMBA DE CALOR	VENTILADOR	VENTILADOR	FANCOIL	FANCOIL
SECCIÓN CONDUCTORES	4x(1x2.5mm <sup>2</sup> )+TT	4x(1x2.5 mm <sup>2</sup> )+TT	4x(1x2.5 mm <sup>2</sup> )+TT	2x(1x2.5 mm <sup>2</sup> )+TT	2x(1x2.5 mm <sup>2</sup> )+TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	25 mm	25 mm	25 mm	20 mm	20 mm
INTENSIDAD MÁXIMA	22 A	22 A	22 A	22 A	22 A
INTENSIDAD NOMINAL	11.773 A	1.691 A	1.691 A	3.397 A	3.397 A
INTENSIDAD DE CORTO	13.05 kA	13.05 kA	13.05 kA	13.05 kA	13.05 kA
CAIDA DE TENSIÓN	0.4565 %	0.2087 %	0.1729 %	0.3005 %	0.2525 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	11 m	68.7 m	65.6 m	25 m	21 m
FASE	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R	S
NOMBRE DE LA LÍNEA	L.F-6.1	L.F-6.2	L.F-6.3	L.F-6.4	L.F-6.5

LEYENDA	
 <p>P.I.A. Pequeño Interruptor Automático</p>	 <p>Puesta a Tierra</p>
 <p>I.D. Interruptor Diferencial</p>	<p>NOTA: Todos los elementos con curva tipo C</p>

 <b>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</b>		<b>ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA</b>		<b>TFG Nº: 770G01A80</b>	
<b>GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA</b>					
<b>TÍTULO DEL TFG:</b>					
PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO					
<b>TÍTULO DEL PLANO:</b>				<b>FECHA: SEPT-2015</b>	
<b>UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO DE FUERZA 6</b>				<b>ESCALA: S/E</b>	
<b>AUTOR:</b>		<b>FIRMA:</b>		<b>PLANO Nº: 37</b>	
LUCÍA VIGO PICO					

**TÍTULO: PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL  
DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO**

---

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**  
**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**  
**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2015**

**AUTOR: LUCÍA VIGO PICO**

**Fdo.: LUCÍA VIGO PICO**

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

5.1 OBJETO.....	4
5.1.1 Objeto del presente pliego.....	4
5.1.2 Documentación del contrato de obra.....	4
5.1.3 Compatibilidad y prelación entre dichos documentos.....	5
5.2 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....	6
5.2.1 Disposiciones generales.....	6
5.2.2 Contratos.....	8
5.2.3. Seguros.....	8
5.2.4 Garantías.....	9
5.2.5 Recepción de las instalaciones.....	9
5.2.6 Final.....	9
5.3 PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS.....	9
5.3.1 Obligaciones del contratista.....	9
5.3.2 Obligaciones de los operarios.....	11
5.3.3 Medios auxiliares e impuestos.....	12
5.3.4 Materiales.....	12
5.3.5 Aumento o disminución de las obras del contrato.....	12
5.3.6 Subcontratación de obras.....	12
5.3.7 Seguro de incendios.....	13
5.3.8 Plazo de ejecución de las obras.....	13
5.3.9 Sanciones por retraso de las obras.....	13
5.3.10 Cesión de traspaso.....	14
5.3.11 Atribuciones de la Dirección de Obra.....	14
5.3.12 Documentación complementaria.....	14
5.3.13 Liquidaciones parciales.....	14
5.3.14 Recepción provisional.....	15
5.3.15 Plazo de garantía de las obras.....	15
5.3.16 Recepción definitiva.....	16
5.3.17 Libro de órdenes.....	16
5.3.18 Datos de la Obra.....	16
5.3.19 Trabajos no previstos.....	17
5.3.20 Facilidades para la inspección.....	17

5.3.21	Certificados y documentación.....	18
5.3.22	Relaciones legales y responsabilidades con el público .....	18
5.3.23	Documentos que puede reclamar el contratista .....	19
5.3.24	Normativa de obligado cumplimiento.....	19
5.3.25	Seguridad en el trabajo.....	19
5.3.26	Seguridad pública .....	20
5.3.27	Rescisión del contrato .....	20
5.4	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....	21
5.4.1	Objeto .....	21
5.4.2	Campo de aplicación .....	21
5.4.3	Condiciones generales .....	21
5.4.3.1	Calidad de los materiales .....	21
5.4.3.2	Pruebas y ensayos de materiales .....	21
5.4.3.3	Materiales no consignados en el Trabajo.....	22
5.4.3.4	Condiciones generales de ejecución.....	22
5.4.4	Normas .....	22
5.4.4.1	Condiciones que deben cumplir los materiales .....	22
5.4.4.2	Identificación, marcas y homologación .....	23
5.4.4.3	Mantenimiento de las instalaciones .....	24
5.4.5	Condiciones que deben cumplir las unidades de Obra.....	24
5.4.5.1	Instalación de baja tensión .....	24
5.4.5.1.1	Línea eléctrica de baja tensión.....	24
5.4.5.1.1.1	Trazado .....	24
5.4.5.1.1.2	Apertura de zanjas.....	25
5.4.5.1.1.3	Canalizaciones .....	25
5.4.5.1.1.4	Cable entubado .....	26
5.4.5.1.1.5	Arquetas .....	27
5.4.5.1.1.6	Paralelismos .....	28
5.4.5.1.1.7	Cruzamientos con otros servicios .....	29
5.4.5.1.1.8	Transporte de bobinas de cables .....	30
5.4.5.1.1.9	Tendido de cables .....	32
5.4.5.1.1.10	Protección mecánica .....	35
5.4.5.1.1.11	Señalización .....	36
5.4.5.1.1.12	Identificación.....	36

5.4.5.1.1.13 Cierre de zanjas.....	36
5.4.5.1.1.14 Reposición de pavimentos.....	37
5.4.5.1.1.15 Montajes diversos.....	37
5.4.5.1.1.16 Reparación de las averías de cables subterráneos.....	37
5.4.5.1.1.17 Puesta a tierra .....	38
5.4.5.1.1.18 Materiales .....	38
5.4.5.1.1.19 Recepción de obra.....	38
5.4.5.1.2 Apertura de rozas.....	39
5.4.5.1.3 Conductores.....	40
5.4.5.1.4 Canalizaciones.....	40
5.4.5.1.5 Cajas de registro .....	43
5.4.5.1.6 Bornas.....	45
5.4.5.1.7 Mecanismos .....	45
5.4.5.1.8 Cuadros y armarios.....	46
5.4.5.1.9 Interruptores automáticos.....	47
5.4.5.1.10 Diferenciales .....	47
5.4.5.1.11 Luminarias.....	48
5.4.5.1.12 Lámparas .....	48
5.4.5.1.13 Equilibrio de fases.....	48
5.4.5.1.14 Resistencia de tierra .....	49
5.4.5.1.15 Calidad de la instalación .....	49
5.4.5.2 Instalación en locales mojados.....	49
5.4.5.2.1 Canalizaciones.....	49
5.4.5.2.1.1 Instalación de conductores y cables aislados en el interior de tubos.....	49
5.4.5.2.1.2 Instalación de cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes .....	50
5.4.5.3 Aparamenta .....	50
5.4.5.3.1 Dispositivos de protección.....	50
5.4.5.3.2 Aparatos móviles o portátiles .....	50
5.4.5.3.3 Receptores de alumbrado .....	50
5.5 DISPOSICIÓN FINAL.....	50

## **5.1 OBJETO.**

### **5.1.1 Objeto del presente pliego.**

El pliego de condiciones se define como el documento que especifica las condiciones técnico-facultativas para la ejecución de las obras, determinando con carácter general las obligaciones de las partes que intervienen en el proceso de ejecución del presente trabajo. El pliego de condiciones generales define con un carácter genérico los aspectos de las obras y las relaciones habituales entre sus agentes.

Este pliego de condiciones tiene por objeto determinar las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las actividades de montaje de las instalaciones objeto del trabajo. Se refieren al suministro y colocación de los materiales necesarios en la instalación, fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que correspondan según el contrato y legislación aplicables a la propiedad, el contratista, sus técnicos y encargados y los servicios a ella vinculados, así como las relaciones entre todos ellos, y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del Contrato de Obras.

### **5.1.2 Documentación del contrato de obra.**

Integran el Contrato los siguientes documentos relacionados por orden de relación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de Contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.
2. El pliego de condiciones particulares.
3. El presente pliego general de condiciones.
4. El resto de la documentación del trabajo (memoria, planos, mediciones y presupuesto)

En las Obras que lo requieran, también formarán parte el Estudio de Seguridad y Salud, y el Anexo de Control de Calidad de la Edificación. Deberá incluir las condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de Control de Calidad, si la Obra lo requiriese.



Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de la Obra se incorporan al trabajo como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones. En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

### **5.1.3 Compatibilidad y prelación entre dichos documentos.**

En caso de contradicciones e incompatibilidades entre los documentos del presente trabajo se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Los planos tienen prelación sobre los demás documentos del trabajo en lo que a dimensionado se refiere, en caso de incompatibilidad entre los mismos.
- El pliego de condiciones técnicas tiene prelación sobre los demás en lo que se refiere a materiales a emplear, ejecución, medición y valoración de las obras.
- El presupuesto general tiene prelación sobre las diferentes partidas o presupuestos parciales.

En cualquier caso, los documentos del trabajo tienen preferencia respecto a pliegos de condiciones generales que se mencionan en los diferentes apartados de este pliego.

Lo mencionado en los pliegos de condiciones particulares y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser considerado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que la unidad de obra esté perfectamente definida en uno u otro documento y aquella tenga precio en el presupuesto.

Las omisiones en planos y pliego de condiciones, o las descripciones erróneas en los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los planos y pliego de condiciones técnicas, o que, por su uso y costumbre deben ser realizados, no solo no exime al contratista de la obligación de ejecutar estos, sino que por el contrario deberán ser ejecutados como si hubiesen sido completa y correctamente especificados en los planos y pliego de condiciones.

## **5.2 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.**

### **5.2.1 Disposiciones generales.**

El propietario es la Escuela Universitaria Politécnica de Ferrol que ha encomendado este trabajo a Lucía Vigo Pico.

- Las instalaciones a realizar son descritas en la memoria y deberán ser ejecutadas de acuerdo con los planos adjuntos.
- La ejecución del trabajo se encomendará a contratistas e instaladores debidamente autorizados, quienes acreditarán tal circunstancia y serán responsables a todos los efectos de los hechos que pudieran derivarse del incumplimiento de estas condiciones.
- El replanteo de las instalaciones deberá realizarse en presencia del director de las mismas, a quien el contratista podrá exigir el levantamiento del acta correspondiente, siendo el contratista responsable de las circunstancias que pudieran derivarse del incumplimiento de las mismas.
- El contratista será el responsable del fiel cumplimiento de las normas relativas a todo tipo de pruebas en depósitos, dispositivos, instrumentos de control y dispondrá de los medios oportunos para que las mismas puedan realizarse en presencia de los Técnicos de los Organismos Oficiales o de la Dirección de las Obras.
- El contratista es responsable de la instalación para que ha sido contratado. No tendrá derecho a indemnización alguna por el mayor precio que pudiera costar ni las erradas maniobras que se cometieran durante el montaje, siendo toda esto de su cuenta y riesgo e independiente de la dirección técnica.
- El contratista se hace responsable del cumplimiento de la vigente normativa sobre Seguridad y Salud, así como de las medidas complementarias que sobre la misma puede introducir la dirección técnica, siendo responsable de los accidentes que sobrevinieran tanto al personal como a terceros, tanto durante su ejecución como durante las pruebas.

- El contratista proporcionará por su cuenta tanto el personal auxiliar como los útiles y herramientas necesarias para la realización de las pruebas oficiales o que la dirección técnica estime oportunas, corriendo por su cuenta los gastos que pudieran ocasionar dichas pruebas.
- Si durante el montaje de la Obra, el Director Técnico considerase necesario introducir modificaciones en el trabajo, el instalador queda obligado a realizarlas siempre y cuando el aumento y disminución en la instalación no suponga más del 25% del total contratado, abonándose o cargándose la parte que resulte con arreglo a los precios del trabajo. Si figurasen partidas de otra clase, cuyo precio unitario no figure en el trabajo, éste se estipulará previamente entre el contratista y el propietario; de no hacerlo así, se dejará a juicio de la dirección técnica.
- Las dudas que pudieran surgir sobre el trabajo y contrato de instalación, serán resueltas por la dirección técnica, así como sobre la interpretación de planos, debiendo el contratista someterse a lo que ésta decida.
- La dirección técnica podrá rechazar cualquier instalación que considere defectuosa, estando obligado el contratista a desmontarla y volver a ejecutarla sin derecho a indemnización.
- Si el contratista se negase a seguir las instrucciones de la Dirección Técnica o las ejecutase a velocidad inadecuada en un plazo máximo a juicio de ésta, será apercibido, y si en el plazo de 48 horas no modificase su actitud, el Director Técnico levantará acta de tal circunstancia y si en un plazo de 72 horas el contratista persistiese, el Director Técnico levantará nueva acta quedando a partir de dicho momento el contrato entre el propietario y el contratista rescindido sin que éste último tenga derecho a ningún tipo de indemnización.
- En caso de rescisión del contrato por la persistencia de las condiciones indicadas del presente pliego de condiciones, las cantidades que el contratista tiene derecho a percibir por parte de obra realizada las determinará el buen juicio de la dirección técnica.

**5.2.2 Contratos.**

- Se extenderá entre el propietario y el contratista o en su caso con el instalador cuando competiese, contrato con el que se especifiquen plazos de ejecución y formas de cobro, pero entendiéndose que cualquier posible contradicción entre dicho contrato y el presente Pliego de Condiciones se resolverá dando absoluta prioridad al Pliego de Condiciones.
- El presente Pliego de Condiciones es de obligado cumplimiento tanto por la parte de la Dirección Técnica como del instalador, así como de la propiedad, sin que ninguno de ellos pueda alegar desconocimiento del mismo.

**5.2.3. Seguros.**

- Además de los seguros obligatorios, antes del comienzo de la obra y para toda la duración de ésta, incluido el período de garantía, el contratista deberá contratar una póliza a todo riesgo de la obra e instalación por el valor total de la misma, complementada con una garantía de responsabilidad civil de un mínimo de 150000 €.
- El contratista someterá a la aprobación de la Dirección Técnica el empleo de cualquier material fundamental o accesorio, sin cuya aprobación no podrá emplearse.
- El contratista queda obligado a encargar la realización de los análisis o ensayos indicados por la Dirección Técnica en los laboratorios que ésta especifique, corriendo el coste de los mismos por la cuenta del contratista siempre que no sobrepase el 1,5 % del total del presupuesto. De sobrepasarlo, la diferencia será abonada por el propietario.
- Los instrumentos de protección y control, conducciones, mecanismos y en general cualquier elemento de que consten las instalaciones, responderán a las características exigidas por los vigentes reglamentos, o en su defecto a Normas de Institutos u Organismos normalmente reconocidos por la Dirección Técnica.

#### **5.2.4 Garantías.**

El contratista, por la parte que le corresponda, garantizará completamente la instalación durante un año, comprometiéndose a su reparación y/o reposición sin ningún derecho a recepción.

#### **5.2.5 Recepción de las instalaciones.**

- Se considerará recibida la instalación cuando los Organismos competentes den su aprobación y la Dirección Técnica los admita en todos sus extremos.
- Aunque la inspección de los Organismos competentes pueda dar por aprobada la instalación, ésta no se considerará recibida sin la aprobación expresa de la Dirección Técnica, quien extenderá el correspondiente certificado, que será visado por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales.
- Una vez recibida la instalación, el contratista tendrá derecho a percibir el importe total de la misma en la forma especificada en el contrato, pero el propietario tendrá derecho a retener hasta un 10% durante el año de garantía que empezará a contar desde la fecha del visado del certificado. Una vez transcurrido dicho plazo y en un tiempo máximo de diez días, el contratista deberá percibir la cantidad pendiente.

#### **5.2.6 Final**

Todo lo expuesto en el pliego de condiciones generales será de obligado cumplimiento.

### **5.3 PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS.**

#### **5.3.1 Obligaciones del contratista.**

Toda la Obra se ejecutará con estricta sujeción al trabajo que sirve de base a la Contrata, a este Pliego de Condiciones y a las órdenes e instrucciones que se dicten por el Director Técnico o ayudantes delegados. El orden de los trabajos será fijado por ellos, señalándose los plazos prudenciales para la buena marcha

de las Obras. A estos efectos, el contratista entregará un Plan de Trabajo valorado mensualmente antes de una semana tras la firma del acta de replanteo.

El contratista habilitará por su cuenta los caminos, vías de acceso, etc., así como una caseta en la Obra donde figuren en las debidas condiciones los documentos esenciales del trabajo, para poder ser examinados en cualquier momento. Igualmente permanecerá en la Obra bajo custodia del contratista un “Libro de órdenes”, para cuando lo juzgue conveniente la Dirección, dictar las que hayan de extenderse y firmarse el “enterado” de las mismas por el Jefe de Obra.

El hecho de que en dicho Libro no figuren redactadas las órdenes que preceptorilmente tiene la obligación de cumplir el contratista no supone eximente ni atenuante alguno para las responsabilidades que sean inherentes al contratista.

Por la Contrata se facilitarán todos los medios auxiliares que se precisen, y locales para almacenes adecuados, pudiendo adquirir los materiales dentro de las condiciones exigidas en el lugar y sitio que tenga por conveniente, pero reservándose el propietario, siempre por sí o por intermedio de sus técnicos, el derecho de comprobar que el contratista ha cumplido sus compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la Obra, e igualmente, en lo relativo a las cargas en material social y obligaciones tributarias, especialmente al aprobar las liquidaciones o recepciones de Obras.

La Dirección Técnica con cualquier parte de la Obra ejecutada que no esté de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones o con las instrucciones dadas durante su marcha, podrá ordenar su inmediata demolición o su sustitución a costa del contratista, hasta quedar, a su juicio, en las debidas condiciones, o alternativamente, aceptar la Obra con la depreciación que estime oportuna en su valoración.

Igualmente se obliga a la Contrata a demoler aquellas partes en que se sospeche la existencia de vicios ocultos, aunque se hubiesen recibido provisionalmente. En el caso de que se comprobase la no existencia de estos vicios, la Propiedad

correría con los gastos de la demolición. En caso contrario, la Contrata deberá corregir las disconformidades, corriendo por su cuenta los gastos.

Son obligaciones generales del contratista las siguientes:

- Verificar las operaciones de replanteo y nivelación, previa entrega de las referencias por la Dirección de la Obra.
- Firmar las actas de replanteo y recepciones.
- Presenciar las operaciones de medición, certificaciones y liquidaciones, haciendo las observaciones que estime justas, sin perjuicio del derecho que le asiste para examinar y comprobar dichas certificaciones y liquidaciones.
- Ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las Obras, aunque no esté expresamente estipulado en este Pliego.

El contratista no podrá subcontratar la Obra total o parcialmente, sin autorización escrita de la Dirección, no reconociéndose otra personalidad que la del contratista o su apoderado. En todo caso, queda prohibida la subcontratación.

El contratista se obliga, asimismo, a tomar a su cargo el personal necesario a juicio de la Dirección Facultativa, dentro de las necesidades para la buena marcha de las Obras y el cumplimiento de los plazos.

El contratista no podrá, sin previo aviso, y sin consentimiento de la Propiedad y Dirección Facultativa, ceder ni traspasar sus derechos y obligaciones a otra persona o entidad.

### **5.3.2 Obligaciones de los operarios.**

El contratista empleará en los trabajos operarios de aptitud reconocida en las diversas ramas de la construcción, asegurándolos según la legislación vigente, considerando al contratista como patrono en los casos de aplicación de la misma.

También correrá por su cuenta el pago de las cantidades que corresponda por la aplicación de las disposiciones sobre las obras, seguro de enfermedad, pluses y todas las disposiciones de carácter oficial vigentes en el día de la fecha.

### **5.3.3 Medios auxiliares e impuestos.**

Correrán por cuenta del contratista de todos los jornales y materiales, la totalidad de los medios auxiliares empleados en la construcción industrial y el impuesto industrial.

### **5.3.4 Materiales.**

Todos los materiales que se empleen en la obra serán de buena calidad y en todo caso, antes de la utilización de los mismos, merecerán la aprobación de la Dirección Técnica, que rechazará aquellos que no le satisfagan o no se ajusten a las condiciones en que debe realizarse la Obra. La vigilancia y conservación de los materiales será por cuenta del contratista.

### **5.3.5 Aumento o disminución de las obras del contrato**

El Propietario de la obra, de acuerdo con la Dirección Técnica, se reserva el derecho de aumentar o eliminar el número o clase de unidades que le convenga, sin que por ellos pueda reclamar el contratista, siempre que su importe no exceda del 25% del valor de la contrata.

El precio de las obras aumentadas o disminuidas se fijará de acuerdo con la Dirección Técnica. El mismo criterio se ajustará al posible aumento del plazo de ejecución en el caso de que sea menor de 30 días, en caso contrario se deberá contar con la aprobación del contratista.

### **5.3.6 Subcontratación de obras.**

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concretar con terceros la realización de determinadas unidades de obra. La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:



- Que se dé conocimiento por escrito a la Dirección Técnica de la Obra, del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de la Obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquel lo autorice previamente.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no excedan del 50% del presupuesto total de la Obra principal.

En cualquier caso, el contratante no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al contratista a ninguna de sus obligaciones respecto al contratante.

#### **5.3.7 Seguro de incendios.**

Queda obligado el contratista a asegurar las obras contra incendios, siendo el único responsable ante cualquier infortunio que pueda ocurrir. En caso de que ocurra algún siniestro, se volverán a contar las cantidades que se entreguen al contratista a partir de esta cifra en sucesivas liquidaciones parciales.

#### **5.3.8 Plazo de ejecución de las obras.**

El contratista deberá dar comienzo a las Obras dentro de los quince días siguientes a la fecha de la adjudicación definitiva a su favor, dando cuenta de oficio a la Dirección Técnica, del día que se propone inaugurar los trabajos, quien acusará recibo, intervalo en el que se habrá firmado Acta de Replanteo, comenzando el plazo al día siguiente.

Las Obras deberán quedar total y absolutamente terminadas en el plazo que se fije en el Contrato. No se considerará motivo de demora de las Obras la posible falta de mano de obra o dificultades en la entrega de los materiales, ni los cambios por la Dirección Facultativa.

#### **5.3.9 Sanciones por retraso de las obras.**

Si el contratista, excluyendo los casos de fuerza mayor, no tuviese perfectamente concluidas las Obras y en disposición de inmediata utilización o puesta en servicio dentro del plazo previsto en el artículo correspondiente del

contrato, la Propiedad oyendo el parecer de la Dirección Técnica, podrá reducir de las liquidaciones, fianzas o emolumentos de todas clases que tuviese en su poder las cantidades establecidas según las cláusulas del Contrato privado entre Propiedad y Contrata.

#### **5.3.10 Cesión de traspaso.**

El contratista no podrá traspasar sus derechos a otra persona sin el consentimiento del propietario y de acuerdo con la Dirección de Obra, bastando su retirada de la obra, cualquiera que sean las causas que lo motiven, para la rescisión del contrato.

#### **5.3.11 Atribuciones de la Dirección de Obra.**

El contratista deberá someterse a sus decisiones, ejecutando sin demora las órdenes que de ella reciba. Podrá reconocer las obras siempre que lo estime necesario, por lo cual se le facilitará el libre acceso a todos los puntos de la misma.

#### **5.3.12 Documentación complementaria.**

El presente Pliego estará complementado por las condiciones económicas que puedan fijarse en las condiciones del concurso, bases de ejecución de las obras o en el contrato de escritura. Las condiciones de este pliego serán preceptivas en tanto no sean anuladas o modificadas en forma expresa por los anuncios, bases, contrato o escritura antes citada.

#### **5.3.13 Liquidaciones parciales.**

Los pagos de la obra se ejecutarán en virtud de las especificaciones exigidas por la Dirección Técnica, las cuales se presentarán por triplicado. El pago de las cuentas derivas de las liquidaciones parciales tendrán carácter provisional y a buena cuenta, quedando sujeta a las certificaciones y variaciones que produjeran la liquidación y consiguiente cuenta final. Estas liquidaciones serán sin incluir los materiales acopiados, dejando un tanto por ciento de garantía para responder del cumplimiento del contrato, realizándolo mensualmente.

#### **5.3.14 Recepción provisional.**

Una vez terminadas las obras y en el plazo de los 15 días siguientes a la petición del contratista, se reconocerán por la Dirección Técnica y, de hallarse ejecutadas de acuerdo por el contrato se procederá a recibirlas provisionalmente, extendiéndose el acta correspondiente que suscribirá el contratista, el propietario y la Dirección Técnica.

El acta será firmada por la Dirección Técnica y por el representante del contratista, dándose la Obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones contenidas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el trabajo correspondiente, comenzando en este momento a contar el plazo de garantía.

De no hallarse las obras realizadas según el contrato se hará constar así en acta y se dará al contratista las precisas y detalladas para remediar los defectos observados y fijándose un plazo de ejecución. Las obras de reparación serán por cuenta del contratista. Expirado dicho plazo se procederá de nuevo al reconocimiento de la obra de reparación y una vez subsanados los defectos, se procederá a la recepción provisional. Si el contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato, con la pérdida de la fianza.

#### **5.3.15 Plazo de garantía de las obras.**

A partir de la fecha en que las obras se reciban provisionalmente, se contará el plazo de garantía que será de un (2) años.

Durante este periodo el contratista queda obligado a reparar por su cuenta todos los desperfectos o defectos que se encontraran y fueran debidos a construcción defectuosa o mala calidad de los materiales.

Para responder de esta obligación quedará retenido por el propietario el 10% de la contrata citada en el artículo anterior. La responsabilidad que se exige al contratista mediante este artículo, no exime de las que se establecen en las Leyes Generales.

**5.3.16 Recepción definitiva.**

Una vez concluido el plazo de garantía, se reconocerán de nuevo las obras y, de hallarse en buen estado, se recibirán definitivamente con las formalidades de la recepción provisional. Si en el reconocimiento se observasen defectos en la construcción (no están en condiciones de ser recibidas), el contratista ejecutará las que la Dirección Técnica considere necesarias, a fin de dejarlas con arreglo al contrato, verificándose éstas con cargo a las fianzas, en caso de no aceptar el contratista a subsanar los defectos que se le hubieran ordenado o en caso de retrasarse en su ejecución.

Concluidas las obras ordenadas por la Dirección Técnica, se procederá a la recepción definitiva de la misma, alzando la responsabilidad al contratista y entregándole la cantidad que ha servido de garantía, o lo que reste de ella, si hubo necesidad de realizar obras con cargo a la misma.

**5.3.17 Libro de órdenes.**

El Director Técnico llevará un “Libro de órdenes” en el que se anotarán las órdenes que dicte al contratista. Dichas órdenes serán firmadas por ambas partes, quedando la matriz en el libro y entregando la copia al contratista. No obstante el Director de la Obra podrá dar órdenes verbales, que serán igualmente de obligado cumplimiento si el contratista no exige que le sean dictadas por escrito.

A estos efectos existirá en las oficinas de las Obras, un Libro de órdenes en el que quedarán escritas, por parte de la Dirección Facultativa, todas las órdenes que se precisen para la buena ejecución de los trabajos. El cumplimiento de estas órdenes expresadas en el libro citado, es tan obligatorio para la empresa instaladora como las que figuran en el Contrato.

**5.3.18 Datos de la Obra.**

Se entregará al contratista una copia de los Planos y Pliego de Condiciones del trabajo, así como cuantos datos necesite para la compleja ejecución de la Obra.

El contratista podrá tomar copia o sacar nota, a su costa, de todos los documentos del trabajo, haciéndose responsable de la buena conservación de los documentos originales, que serán devueltos al Director Técnico después de su utilización.

Tras la finalización de los trabajos, y en el plazo máximo de 2 meses, el contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos originales, de acuerdo con las características de la Obra terminada, entregando al Director Técnico dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por parte del contratista alteraciones, correcciones, comisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el trabajo, salvo aprobación previa y por escrito del Director Técnico.

#### **5.3.19 Trabajos no previstos.**

Cuando el Director de Obra juzgue necesario ejecutar Obras no previstas o modificar el origen de los materiales indicados en el Contrato, se fijarán los precios contradictorios correspondientes, teniendo en cuenta los del Contrato, o por asimilación, los de las Obras semejantes, pero siempre basándolos en las mismas condiciones económicas que las del Contrato.

A falta de mutuo acuerdo, y en espera de la solución de las discrepancias se liquidará provisionalmente al adjudicatario sobre la base de los precios fijados por el Director de Obra.

En caso de que las Obras no previstas sean por un valor superior al 20 % del Presupuesto, la Contrata puede rechazar hacerlos.

#### **5.3.20 Facilidades para la inspección.**

El contratista proporcionará al Ingeniero Técnico Director o a subalternos o delegados toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos y pruebas de materiales, así como para la inspección de la mano de obra en todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a todas las parte de la obra e

incluso a talleres y fábricas donde se produzcan o realicen los trabajos para las obras.

#### **5.3.21 Certificados y documentación.**

Se aportará, para la tramitación de este trabajo ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización administrativa.
- Trabajo, suscrito por Técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto por parte de la empresa homologada.
- Certificado de dirección de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

#### **5.3.22 Relaciones legales y responsabilidades con el público.**

El contratista deberá obtener, a su costa, todos los permisos o licencias necesarios para la ejecución de las obras, con excepción de los correspondientes a la expropiación de las zonas ubicadas de las obra.

Será responsable el contratista, hasta la recepción definitiva, de los daños y perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de los actos, comisiones o negligencia del personal a su cargo o de una deficiente organización de obras.

El contratista será responsable de todos los objetos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las obras y deberá dar cuenta inmediata de los hallazgos al Director y colocarlos bajo su custodia, estando obligado a solicitar de los organismos y empresas existentes en la ciudad, la información referente a las instalaciones subterráneas que pudieran ser dañadas por las obras.

También estará obligado al cumplimiento de lo establecido en la Ley de Contrato de Trabajo, en las Reglamentaciones de Trabajo y Disposiciones Reguladoras de los Seguros Sociales y de Accidentes.

**5.3.23 Documentos que puede reclamar el contratista.**

El contratista podrá reclamar, a sus expensas, pero dentro de las oficinas de Ingeniero Técnico Director, sacar copias de los documentos del trabajo, cuyos originales le serán facilitados por el Ingeniero Técnico, el cual autorizará con su firma las copias, si así conviniese al contratista.

**5.3.24 Normativa de obligado cumplimiento.**

Las obras del trabajo, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos en que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- LOSEN (Ley de Ordenación del Sistema Eléctrico Español).
- Real Decreto 872/1982 sobre Tramitación de expedientes de solicitud de beneficios fiscales, financieros y económicos.
- Normativa de contratos de suministro de Energía Eléctrica.

**5.3.25 Seguridad en el trabajo.**

El contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado anterior de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal. Los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

El personal de la contrata viene obligado a usar los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidas a reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si se estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros que no son corregibles.

La Dirección Técnica de obra podrá exigir del contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente reconocida.

#### **5.3.26 Seguridad pública.**

El contratista tomará las máximas precauciones en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo suyas las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El contratista mantendrá una póliza de seguros que lo proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., en que uno u otros pudieran incurrir para con el contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

#### **5.3.27 Rescisión del contrato.**

El contratista no podrá rescindir el contrato, sino es por causa debidamente justificada, no pudiendo alegar ignorancia sobre precios, o alzas que se pudieran producir durante el curso de las obras. Puede, en cambio, prever estas alzas y adelantar al propietario las cantidades que de acuerdo con la Dirección de Obra se consideren, para el acopio de materiales que depositará el contratista para uso exclusivo de la obra.

El propietario podrá, por su parte, exigir la rescisión del contrato cuando considere y compruebe que el contratista de la obra ejecutada y del material existente en la obra no cumple debidamente lo estipulado, por incumplimiento de los plazos acordados o por cualquier otra causa imputable al contratista. En este caso se procederá a la tasación y abono al contratista de la obra ejecutada y del material



existente en la obra, deduciendo de su valor el 20% en concepto de indemnización para resarcir de daños y perjuicios al propietario. La tasación la verificará el Ingenio Técnico Industrial Director, y será inapelable. También puede el Ingeniero Técnico Director de la obra optar porque se incluyan los materiales acopiados que le resulten convenientes. Si el saldo de la liquidación efectuada resultase así negativo, responderán el primer término la fianza y después la maquinaria y medios auxiliares propiedad del contratista, quien en todo caso se compromete a saldar diferencias, si estas existiesen.

## **5.4 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.**

### **5.4.1 Objeto.**

Este Pliego de Condiciones Técnicas determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las Obras de las instalaciones especificadas en el presente trabajo.

### **5.4.2 Campo de aplicación.**

Este Pliego de Condiciones Técnicas se refiere al suministro e instalación de materiales necesarios en la ejecución de las Obras a realizar en la nave industrial dedicada a taller de fabricación de armaduras de acero.

### **5.4.3 Condiciones generales.**

#### **5.4.3.1 Calidad de los materiales.**

Todos los materiales a emplear en la presente Obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

#### **5.4.3.2 Pruebas y ensayos de materiales.**

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser adoptado por la Dirección de las Obras, bien entendido que

será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

#### **5.4.3.3 Materiales no consignados en el trabajo.**

Los materiales no consignados en trabajo que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

#### **5.4.3.4 Condiciones generales de ejecución.**

Todos los trabajos, incluidos en el presente trabajo se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas de la Dirección Facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender trabajos adicionales.

#### **5.4.4 Normas.**

##### **5.4.4.1 Condiciones que deben cumplir los materiales.**

Los materiales, aparatos, máquinas, conjuntos y subconjuntos integrados en los circuitos de las instalaciones eléctricas deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifiquen en los distintos documentos que componen el trabajo. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas, como son:

- Normas UNE.
- Normas NTE.
- Normas DIN.
- Normas establecidas por el Ministerio de Industria y Energía.
- Normas técnico-prácticas de la Compañía Suministradora de Energía.

Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad, aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica, que avale sus cualidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Por parte del contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores las calidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos, sea solicitado informe sobre ellos a la Dirección Facultativa y al Organismo encargado del Control de Calidad.

El contratista será responsable del empleo de materiales que cumplan con las condiciones exigidas, siendo estas condiciones independientes con respecto al nivel de control de calidad para aceptación de los mismos que se establece en el apartado de Especificaciones de Control de Calidad.

Aquellos materiales que no cumplan con las condiciones exigidas, deberán ser sustituidos, sea cual fuese la fase en que se encontrase la ejecución de la Obra, corriendo el Instalador Electricista con todos los gastos que ello ocasionase. En el supuesto de que por circunstancias diversas tal sustitución resultase inconveniente, a juicio de la Dirección Facultativa, se actuará sobre la devaluación económica del material en cuestión, con el criterio que marque la Dirección Facultativa y sin que el Instalador Electricista pueda plantear reclamación alguna.

#### **5.4.4.2 Identificación, marcas y homologación.**

Los materiales y elementos utilizados en la construcción, montaje, reparación o reformas importantes de las instalaciones eléctricas de más de 1 kV, deberán estar señalizados con la información que determine la norma u homologación de aplicación correspondiente.

#### **5.4.4.3 Mantenimiento de las instalaciones.**

El instalador electricista entregará un manual de instalaciones para el perfecto funcionamiento del cuadro general de distribución así como de cada uno de los cuadros secundarios, en el que se especifique el uso de cada uno de los dispositivos que en dicho cuadro se han instalado.

Los propietarios de las instalaciones deberán presentar, antes de su puesta en marcha, un Contrato, suscrito con persona física o jurídica competente, en el que estas se hagan responsables de mantener las instalaciones en el debido estado de conservación y funcionamiento.

#### **5.4.5 Condiciones que deben cumplir las unidades de Obra.**

##### **5.4.5.1 Instalación de baja tensión.**

###### **5.4.5.1.1 Línea eléctrica de baja tensión.**

###### **5.4.5.1.1.1 Trazado.**

El trazado de las canalizaciones será lo más rectilíneo posible y, a poder ser, paralelo a referencias fijas como línea en fachada y bordillos.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se contendrá el terreno.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que vayan a colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Se deberán tener en cuenta los radios de curvatura mínimos para los conductores, a respetar en los cambios de dirección.

#### **5.4.5.1.1.2 Apertura de zanjas.**

La excavación la realizará una empresa especializada, que trabaje con los planos de trazado suministrados por la compañía. Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida de 1 m colocándose entibaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procurará dejar un paso de 50cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la Obra y evitar la caída de tierras en la zanja. La tierra excavada y el pavimento, deben depositarse por separado.

La planta de la zanja debe limpiarse de piedras agudas, que podrían dañar las cubiertas exteriores de los tubos y cables.

Si deben abrirse las zanjas en terreno de relleno o de poca consistencia debe recurrirse al entibado en previsión de desmontes. El fondo de la zanja, establecida su profundidad, es necesario que esté en terreno firme, para evitar corrimientos en profundidad que sometan a los cables a esfuerzos por estiramientos.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión.

#### **5.4.5.1.1.3 Canalizaciones.**

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- Deberá preverse para futuras ampliaciones un tubo de reserva.
- Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.

- En las salidas, el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.

Se debe evitar la posible acumulación de agua o gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape con relación al perfil altimétrico.

#### **5.4.5.1.1.4 Cable entubado.**

Por lo general deberá emplearse en lo posible este tipo de canalización, utilizándose principalmente en:

- Canalización por calzada, cruces de vías públicas, privadas o paso de carruajes.
- Cruzamientos, paralelismos y casos especiales, cuando los reglamentos oficiales, ordenanzas vigentes o acuerdos con otras empresas lo exijan.
- Sectores urbanos donde existan dificultades para la apertura de zanjas de la longitud necesaria para permitir el tendido del cable a cielo abierto.

En los cruces con el resto de los servicios habituales en el subsuelo se guardará una prudencial distancia frente a futuras intervenciones, y cuando puedan existir injerencias de servicio, como es el caso de otros cables eléctricos, conducciones de aguas residuales por el peligro de filtraciones, etc., es conveniente la colocación para el cruzamiento de un tramo tubular de 2 m.

Los tubos serán de polietileno (PE) de alta densidad de color rojo y 250 mm (160 mm en MT) de diámetro. Esta canalización irá acompañada de los correspondientes tubos verdes de 110mm de diámetro para alojar los cables de comunicaciones, los cuales estarán situados por encima de los anteriores.

En los cruzamientos, los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido y las uniones llevadas a cabo mediante los correspondientes manguitos.

Para hacer frente a los movimientos derivados de los ciclos térmicos del cable, es conveniente inmovilizarlo dentro de los tubos mediante la inyección de unas

mezclas o aglomerados especiales que, cumpliendo esta misión, puedan eliminarse, en caso necesario, con chorro de agua ligera a presión.

No es recomendable que el hormigón del bloqueo llegue hasta el pavimento de rodadura, pues se facilita la transmisión de vibraciones. En este caso debe intercalarse entre uno y otro una capa de tierra con las tongadas necesarias para conseguir un próctor del 95 %.

Al construir la canalización con tubos se dejará una guía en su interior que facilite posteriormente el tendido de los mismos.

#### **5.4.5.1.1.5 Arquetas.**

Deberá limitarse al máximo su uso, siendo necesaria una justificación de su inexcusable necesidad en el trabajo.

Cuando se construyan arquetas, en los cambios de dirección, sus dimensiones serán las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general, los cambios de dirección se harán con ángulos grandes.

En la arqueta los tubos quedarán a unos 25cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo. En el suelo o las paredes laterales se situarán puntos de apoyo de los cables y empalmes, mediante tacos o ménsulas.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura. Las arquetas serán registrables y, deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Estas arquetas permitirán la presencia de personal para ayuda y observación del tendido y la colocación de rodillos a la entrada y salida de los tubos. Estos rodillos, se colocarán tan elevados respecto al tubo como lo permita el diámetro del cable, a fin de evitar al máximo el rozamiento contra él.

Las arquetas abiertas tienen que respetar las medidas de seguridad, disponiendo barreras y letreros de aviso. No es recomendable entrar en una arqueta recién abierta, aconsejándose dejar transcurrir 15 minutos después de abierta, con el fin de evitar posibles intoxicaciones de gases.

#### **5.4.5.1.1.6 Paralelismos.**

- **Alta tensión.**

Los cables de baja tensión se podrán colocar paralelos a cables de alta tensión, siempre que entre ellos haya una distancia no inferior a 25 cm. Cuando no sea posible conseguir esta distancia, se instalará uno de ellos bajo tubo.

- **Baja tensión.**

La distancia a respetar en el caso de paralelismos de líneas subterráneas de baja tensión es 25 cm. Si no fuese posible conseguir esta distancia, se colocará una de ellas bajo tubo.

- **Cables de telecomunicaciones.**

En el caso de paralelismos entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicaciones subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. Siempre que los cables, tanto de telecomunicaciones como eléctricos, vayan directamente enterrados, la mínima distancia será de 20 cm. Cuando esta distancia no pueda alcanzarse, deberá instalarse la línea de baja tensión en el interior de tubos con una resistencia mecánica apropiada.

En todo caso, en paralelismos con cables telefónicos, deberá tenerse en cuenta lo especificado por el correspondiente acuerdo con las compañías de telecomunicaciones. En el caso de un paralelismo de longitud superior a 500 m, bien los cables de telecomunicaciones o los de energía eléctrica, deberán llevar pantalla electromagnética.



- **Agua, vapor, etc.**

En el paralelismo entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de 0,20 m. Si no se pudiera conseguir esta distancia, se instalarán los cables dentro de tubos de resistencia mecánica apropiada.

Siempre que sea posible, en las instalaciones nuevas, la distancia en proyección horizontal entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas colocadas paralelamente entre sí no debe ser inferior a:

- 3 m en el caso de conducciones a presión máxima igual o superior a 25 atm.
- 1 m en el caso de conducciones a presión máxima inferior a 25 atm.

- **Gas.**

Cuando se trate de canalizaciones de gas, se tomarán además las medidas necesarias para asegurar la ventilación de los conductos y registros de los conductores, con el fin de evitar la posible acumulación de gases en los mismos, siendo las distancias mínimas de 0,20 m.

#### **5.4.5.1.1.7 Cruzamientos con otros servicios.**

- **Alta tensión.**

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas la distancia mínima a respetar será de 0,25 m. En caso de no poder conseguir esta distancia, se separarán los cables de baja tensión de los de alta tensión por medio de tubos incombustibles de adecuada resistencia.

- **Baja tensión.**

La distancia a respetar entre líneas subterráneas de baja tensión es 25 cm. Si no fuese posible conseguir esta distancia, se instalará una de las líneas mediante tubos incombustibles de adecuada resistencia.

- **Con cables de telecomunicaciones.**

En los cruzamientos con cables de telecomunicaciones, los cables de energía eléctrica se colocarán en tubos o conductos de resistencia mecánica apropiada, a una distancia mínima de la canalización de telecomunicaciones de 20 cm. En todo caso, cuando el cruzamiento sea con cables telefónicos, deberá tenerse en cuenta lo especificado por el correspondiente acuerdo por la empresa de telecomunicaciones.

- **Agua, vapor, etc.**

El cruzamiento entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas no debe efectuarse sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la misma conducción metálica. La distancia mínima entre la generatriz del cable de energía y la de la conducción metálica no debe ser inferior a 0,20 m. Si no fuese posible conseguir esa distancia se instalará el cable de baja tensión en tubos de adecuada resistencia.

- **Gas.**

La mínima distancia en los cruces con canalizaciones de gas será de 20 cm.

El cruce del cable eléctrico no se realizará sobre la proyección vertical de las juntas de la canalización de gas.

#### **5.4.5.1.1.8 Transporte de bobinas de cables.**

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina. Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre una de las tapas.

Cuando las bobinas se colocan llenas en cualquier tipo de transportador, éstas deberán quedar en línea, en contacto una y otra y bloqueadas firmemente en los extremos y a lo largo de sus tapas.

El bloqueo de las bobinas se debe hacer con tacos de madera lo suficientemente largos y duros con un total de largo que cubra totalmente el ancho de la bobina y puedan apoyarse los perfiles de las dos tapas. Las caras del taco tienen que ser uniformes para que las duelas no se puedan romper dañando entonces el cable.

En sustitución de estos tacos, también se pueden emplear unas cuñas de madera que se colocarán en el perfil de cada tapa y por ambos lados se clavarán al piso de la plataforma para su inmovilidad. Estas cuñas nunca se pondrán sobre la parte central de las duelas, sino en los extremos, para que apoyen sobre los perfiles de las tapas.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

En caso de no disponer de elementos de suspensión, se montará una rampa provisional formada por tablones de madera o vigas, con una inclinación no superior a  $\frac{1}{4}$ . Debe guiarse la bobina con cables de retención. Es aconsejable acumular arena a una altura de 20cm al final del recorrido, para que actúe como freno.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Cuando las bobinas deban trasladarse girándolas sobre el terreno, debe hacerse todo lo posible para evitar que las bobinas queden o rueden sobre un suelo u otra superficie que sea accidentada. Esta operación será aceptable únicamente para pequeños recorridos. En cualquiera de estas maniobras debe cuidarse la integridad de las duelas de madera con que se tapan las bobinas, ya que las roturas suelen producir astillas que se introducen hacia el interior con el consiguiente peligro para el cable.

Siempre que sea posible, debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado, pues pueden presentarse deterioros considerables en la madera (especialmente en las tapas, que causarían importantes problemas al transportarlas, elevarlas y girarlas durante el tendido).

Cuando deba almacenarse una bobina de la que se ha utilizado una parte del cable que contenía, han de taponarse los extremos de los cables, utilizando capuchones retráctiles.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible el tendido en sentido descendente.

#### **5.4.5.1.1.9 Tendido de cables.**

La bobina de cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida de cable se efectúe por su parte superior y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alimentación del tendido.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por gatos mecánicos y una barra, de dimensiones y resistencia apropiada al peso de la bobina. La base de los gatos será suficientemente amplia para que garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación. Al retirar las duelas de protección se cuidará hacerlo de forma que ni ellas, ni el elemento empleado para enclavarla, puedan dañar el cable.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y, una vez instalado, de 10 veces el diámetro exterior del cable. Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabestrantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable. Estos rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro; dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impida que se vuelquen, y una garganta por la que discurra el cable para evitar su salida o caída.

Se distanciarán entre sí de acuerdo con las características del cable, peso y rigidez mecánica principalmente, de forma que no permitan un vano pronunciado del cable entre rodillos contiguos, que daría lugar a ondulaciones perjudiciales.

Esta colocación será especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que facilitan el deslizamiento deben disponerse otros verticales para evitar el ceñido del cable contra el borde de la zanja en el cambio de sentido, siendo la cifra mínima recomendada de un rodillo recto cada 5 m y tres rodillos de ángulo por cada cambio de dirección. Para evitar el roce del cable contra el suelo, a la salida de la bobina, es recomendable la colocación de un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones que adopta el cable.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano. Sólo de manera excepcional se autorizará a desenrollar el cable fuera de zanja, siempre bajo vigilancia del Director de Obra.

Para la guía del extremo del cable a lo largo del recorrido y con el fin de salvar más fácilmente los diversos obstáculos que se encuentren (cruces de alcantarillas, conducciones de agua, gas, electricidad, etc.) y para el enhebrado en los tubos, en conducciones tubulares, se puede colocar en esa extremidad una

manga tira-cables a la que se puede unir una cuerda. Es totalmente desaconsejable situar más de dos a cinco peones tirando de dicha cuerda, según el peso del cable, ya que un excesivo esfuerzo ejercido sobre los elementos externos del cable hará que se produzcan en él deslizamientos y deformaciones. Si por cualquier circunstancia se precisara ejercer un esfuerzo de tiro mayor, éste se aplicará sobre los propios conductores usando preferentemente cabezas de tiro estudiadas para ello.

Para evitar que en las distintas paradas que puedan producirse en el tendido la bobina siga girando por inercia y desenrollándose cable que no circula, es conveniente dotarla de un freno, por improvisado que sea, para evitar en este momento curvaturas peligrosas para el cable.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento. El cable puede calentarse antes de su tendido almacenado las bobinas durante varios días en un local caliente o se exponen a los efectos de elementos calefactores o corrientes de aire caliente situados a una distancia adecuada. Las bobinas han de girarse a cortos intervalos de tiempo, durante el precalentamiento.

El cable ha de calentarse también en la zona interior del núcleo. Durante el transporte se debe usar una lona para cubrir el cable. El trabajo del tendido se ha de planear cuidadosamente y llevar a cabo con rapidez, para que el cable no se vuelva a enfriar demasiado.

El cable se puede tender desde el vehículo en marcha, cuando hay obstáculos en la zanja o en las inmediaciones de ella.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina de unos 10 cm en el fondo antes de proceder al tendido del cable. En el caso de instalación entubada, esta distancia podrá reducirse a 5 cm.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 20cm de arena fina y la protección de

PVC. En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m. Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras y otros elementos que puedan dañar los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originado un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares, cada dos metros envolviendo las tres fases, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos. Nunca se pasarán dos circuitos, bien cables tripulares o bien cables unipolares, por un mismo tubo.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

#### **5.4.5.1.1.10 Protección mecánica.**

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y

por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una placa de PVC RU.0206 a lo largo de la longitud de la canalización, cuando esta no esté entubada.

#### **5.4.5.1.1.11 Señalización.**

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,10 m por encima del tubo o placa protectora.

Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos. Estas cintas estarán de acuerdo con lo especificado de la Norma UEFE 1.4.02.02.

#### **5.4.5.1.1.12 Identificación.**

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

#### **5.4.5.1.1.13 Cierre de zanjas.**

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con el tipo de tierra y en las tongadas necesarias para conseguir un próctor del 95%, procurando que las primeras capas de tierra por encima de los elementos de protección estén exentas de piedras o cascotes, para continuar posteriormente sin tanta escrupulosidad. De cualquier forma debe tenerse en cuenta que una abundancia de pequeñas piedras o cascotes puede elevar la resistividad térmica del terreno y disminuir con ello la posibilidad de transporte de energía del cable.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.



La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

#### **5.4.5.1.14 Reposición de pavimentos.**

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losetas, baldosas, etc. En general, se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

#### **5.4.5.1.15 Montajes diversos.**

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalme, etc., deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

#### **5.4.5.1.16 Reparación de las averías de cables subterráneos.**

En el caso de una avería en un manguito de empalme, la reparación puede consistir simplemente en rehacer el manguito. Sobre el plano del cable, el manguito se señalará como manguito defectuoso.

Si el cable ha sido averiado, hay que cortarlo a una distancia suficiente para tener la seguridad de encontrar la avería. Se colocará un tramo de cable sano y se conectará entre dos manguitos de empalme. En el plano del cable, estos manguitos deben señalarse como manguitos de defecto.

En el caso de cables instalados en terrenos muy húmedos hay que tomar algunas precauciones para efectuar la reparación. Se tomarán todas las precauciones necesarias para evitar que la humedad penetre en los manguitos durante el curso del montaje.

Deberán tenerse en cuenta las instrucciones siguientes:

- No abrir los manguitos de empalme sin necesidad absoluta.
- No cerrar un manguito de empalme antes de estar reconstituidos totalmente los aislamientos.
- Tener en cuenta que el principal enemigo de los manguitos de empalme es la humedad.
- No comenzar los trabajos sobre un cable antes de tener la completa seguridad de que está aislado de cualquier fuente de alimentación.
- Hacer la lista de material necesario para la reparación ya que sobre obra no se encontraría este material.
- No buscar un defecto con ideas preconcebidas de su emplazamiento, sino efectuando las medidas de localización sin dejarse sugerir.
- Tener siempre al día los planos de cables.

#### **5.4.5.1.1.17 Puesta a tierra.**

El conductor neutro se conectará a tierra en el centro de transformación, así como en otros puntos de la red, de un modo eficaz, de acuerdo con las instrucciones del Reglamento Electrotécnico par Baja Tensión y el Reglamento Técnico de Instalaciones de Alta Tensión.

#### **5.4.5.1.1.18 Materiales.**

Los materiales empleados en la canalización serán aportados por el contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares. No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Los cables instalados serán los que figuran en el trabajo y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

#### **5.4.5.1.1.19 Recepción de obra.**

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de

este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra. En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la resistencia de las tomas a tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes. El Director de Obra contestará por escrito al contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

#### **5.4.5.1.2 Apertura de rozas.**

Previamente a la apertura de las rozas las mismas deberán haber sido marcadas convenientemente, indicándose el número de tubos o anchura de las mismas, el trazado completo y la posición exacta de las cajas de derivación y de mecanismos. Para el marcado de las cajas se utilizará una plantilla apropiada, de forma que queden todas a la misma altura, en cada caso, y a la misma distancia de los marcos de las puertas, no se permitirán cajas desniveladas.

Las rozas se abrirán manualmente o con la ayuda de máquina procurando causar el mínimo desperfecto posible a los paramentos, y en ningún caso afectando a más de un tabique de los elementos cerámicos.

En las bovedillas, y cuando sea posible en los ladrillos, los tubos se introducirán por sus propios huecos, rompiéndose únicamente para la entrada y para la salida de los mismos. De ninguna manera se realizarán rozas o corte sobre los elementos estructurales o sobre las capas de compresión de los forjados. Cuando se prevea la necesidad de atravesar estructuras con canalizaciones se colocarán pasamuros adecuados, constituidos por tubos de acero de suficiente diámetro.

Una vez alojados los tubos y cajas en las rozas se recibirán con el mismo material a ser empleado en el enfoscado, para evitar que posteriormente aparezcan grietas, procurando fijarlos convenientemente. Especial atención se pondrá al recibido de las cajas, nivelándolas y aplomándolas teniendo en cuenta el espesor del revestimiento de paramento, para que luego queden enrasadas con él.

Cuando sea preciso pasar algún tubo por el suelo, se recibirá el mismo sobre la capa de compresión mediante un puente de mortero de cemento con altura tal que quede en el espesor de la capa nivelante del piso.

#### **5.4.5.1.3 Conductores.**

De forma general los conductores a emplear en la instalación serán de cobre. Los conductores serán aislados, salvo casos de conductores de toma de tierra y excepciones referidas en el trabajo, cumpliendo con lo especificado en la norma UNE-21022 "Conductores de cables aislados". En general tendrán la clasificación de no propagadores de la llama.

El aislamiento de los conductores podrá ser termoplástico o termoestable, conforme se indique; para el caso de los de tensiones de 0,6/1 kV, la sección mínima a utilizar será de 1,5mm<sup>2</sup>. En ningún caso se permitirán cambios en las secciones proyectadas, a no ser con la autorización escrita de la Dirección Técnica de Obra.

Los conductores se colocarán en tramos enteros desde el interruptor, cuadro o caja hasta el receptor, no estando autorizados empalmes ni cambios de secciones intermedios. Los conductores se dispondrán de forma que las curvas lo sean con radios amplios, siempre mayores a 10 veces el diámetro del mismo, evitando además que se formen cocas o que se deteriore el aislamiento.

En atmósferas o condiciones especiales se utilizarán los conductores que específicamente se detallen en el trabajo. Los conductores a emplear serán de fabricantes de reconocida solvencia técnica. Cuando exista duda sobre la calidad, el Director Técnico de Obra podrá solicitar los correspondientes certificados de homologación y sujeción a normas.

#### **5.4.5.1.4 Canalizaciones.**

Se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m.
- El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3.
- Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Durante la instalación de los conductores para que su aislamiento no pueda ser dañado por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien los bordes estarán convenientemente redondeados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. No

podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o neutro.

A fin de evitar los efectos del calor emitido por fuentes externas las canalizaciones se protegerán utilizando los siguientes métodos eficaces:

- Pantallas de protección calorífica.
- Alejamiento suficiente de las fuentes de calor.
- Elección de la canalización adecuada que soporte los efectos .nocivos que se puedan producir.
- Modificación del material aislante a emplear.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 m. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura de 2,50 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños metálicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 centímetros.

También se deberán tener en cuenta las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubierto por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar cubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1cm de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la Obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50cm como máximo, de suelos o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 cm.

#### **5.4.5.1.5 Cajas de registro.**

Las cajas de registro mantendrán el mismo grado de protección exigible a la canalización a que pertenezcan. Sus dimensiones serán las suficientes para permitir la conexión de los tubos que a ellas acometan y para realizar con orden y comodidad las conexiones necesarias. En general serán de dimensión mínima de 80mm de diámetro o de lado por 40mm de profundidad.

Se instalarán perfectamente niveladas y en lugares que no presenten problemas para su posterior manipulación. Su fijación a los paramentos se llevará a cabo de manera que no se modifique su grado de estanqueidad.

Las cajas destinadas a instalaciones empotradas serán de materiales aislantes autoextinguibles dotadas de tapas blancas lisas con cierre mediante tornillos. Vendrán semitroqueladas y serán resistentes a las deformaciones para evitar que se arqueen sus paredes al recibirlas.

Las cajas aislantes para montaje en superficie serán de PVC o material similar, con protección contra los efectos de la intemperie (principalmente de radiación ultravioleta) cuando vayan a ser instaladas en el exterior. En general mantendrán el mismo grado de protección global exigido a la canalización, con un mínimo IP-443.

Para mayores estanqueidades se hará uso de cajas ciegas, realizando el troquelado necesario, haciendo los empalmes mediante racores o prensaestopas adecuados.

En las canalizaciones de acero, las cajas a utilizar serán de dicho material o fundición de aluminio, en cualquier caso manteniendo el mismo grado de protección global exigible a la canalización a la que pertenecen. Estas cajas vendrán con salidas previamente roscadas o en su defecto serán ciegas para su troquelado en obra de acuerdo con las necesidades, para unión de los tubos mediante racores adecuados. En cualquier caso las cajas vendrán con tratamiento contra la corrosión, acorde con la agresividad de la atmósfera en la que vayan a estar situadas.

Las cajas para mecanismos serán las adecuadas a cada tipo de los mismos, manteniendo el grado de protección exigible a la canalización. Las destinadas a elementos empotrados serán preferiblemente cuadradas del tipo universal enlazables en sus cuatro caras, dotadas de tornillos inoxidables.



**5.4.5.1.6 Bornas.**

En los empalmes, conexiones, derivaciones y salidas de cuadros de protección de algún porte, se utilizarán bornas adecuadas a cada situación o finalidad.

Para conexiones en cajas de derivación y pequeñas secciones (hasta 10mm<sup>2</sup>) se utilizarán regletas de bornas de dos tornillos imperdibles ocultos en envoltorio aislante transparente de polietileno o similar, adecuadas a la sección de los conductores y previstas para un mínimo de 16 A.

Para el mismo caso si bien en secciones de 16mm<sup>2</sup> o superiores se hará uso de bornas de cabeza hendida o bornas clic, atornillándose las mismas en ambos casos al fondo de la caja.

Para las salidas de cuadros se hará uso de bornas tipo Viking multirail para una intensidad nominal mínima de 22 A. Otras conexiones especiales o de potencia se llevarán a efecto mediante bornas adecuadas a cada caso. En las conexiones de cobre con aluminio se hará uso siempre de bornas bimetálicas, con impregnación de pasta antioxidante.

**5.4.5.1.7 Mecanismos.**

Los interruptores, conmutadores, pulsadores, tomas de corriente, señalizadores, bien como las salidas de cables y otros elementos similares serán de la marca y modelo indicado en los presupuestos, siendo necesaria la autorización de la Dirección Técnica de Obra para proceder a su cambio.

Los elementos de accionamiento vendrán previstos como norma general, para una intensidad nominal de 10 A, llevando sistema de ruptura independiente de la acción del operador.

Las tomas de corriente estarán previstas para una intensidad nominal mínima de 16 A en las tomas monofásicas y de 32 A en las trifásicas a no ser que se

especifique lo contrario. Por lo general serán del sistema tipo Schuko, esto es, con toma de tierra por láminas laterales.

#### **5.4.5.1.8 Cuadros y armarios.**

Para el alojamiento de los elementos de protección y maniobra se hará uso de cuadros o armarios, optándose por unos u otros en función del grado de protección exigible a la instalación. Los mismos podrán ser aislantes o metálicos, siendo preferibles los primeros y dentro de ellos los de doble aislamiento, pero siempre de materiales autoextinguibles y con tratamiento adecuado al ambiente de instalación.

Cuando se trate de armarios metálicos serán de chapa de acero soldada eléctricamente, con tratamiento adecuado contra la corrosión mediante minios y pinturas epoxi, o similares, pudiendo ser de acero inoxidable.

En los cuadros, los aparatos de protección y maniobra se fijarán sobre carriles omega sujetos al propio cuerpo, llevando un chasis protector para remate del conjunto y protección mediante puerta.

Los armarios contarán con placa de montaje, que podrá ser metálica o aislante, sobre la cual se dispondrán los carriles omega (DIN), los propios aparatos o los soportes de los mismos. El acceso a su interior se realizará por medio de una o varias puertas abisagradas que dejen al descubierto, prácticamente, la totalidad de la superficie interior.

En la puerta de los armarios podrán instalarse aparatos de medida o elementos de maniobra o señalización, pero siempre manteniendo el grado de protección exigible a la instalación.

Cuando los armarios vayan montados en superficie la entrada a los mismos de los tubos se realizará mediante racores adecuados. Los cuadros y armarios se instalarán en locales de fácil acceso y libres de impedimentos que dificulten la manipulación en el interior.

**5.4.5.1.9 Interruptores automáticos.**

Los interruptores automáticos a instalar cumplirán con lo que se especifica en el trabajo en término de intensidad nominal, poder de corte, número de polos y curva de disparo. Salvo indicación en contrario serán magnetotérmicos, es decir con disparo magnético instantáneo para cortocircuito y disparo térmico de diferentes características para protección de sobrecargas.

Estos aparatos serán siempre de corte omipolar, con rearme y ruptura brusca independiente de la acción del operador. Exteriormente, serán de materiales aislantes con sus bornes protegidos, equivalentes a un IP-2.

En casos especiales podrán utilizarse interruptores dotados únicamente de disparo magnético. En interruptores de intensidades nominales superiores a 80 A, el corte térmico podrá ser regulable.

En general, no se aceptará que en una misma instalación se coloquen interruptores de más de un fabricante.

**5.4.5.1.10 Diferenciales.**

Los diferenciales a utilizar en la instalación serán los que se especifican en el trabajo, refiriéndose su intensidad nominal, su sensibilidad, número de polos y retardo, en caso de que exista.

Cuando se trate de intensidades superiores a los 63 A, o cuando las circunstancias así lo aconsejen podrán utilizarse transformadores toroidales con relés incorporados o no, actuantes sobres otros interruptores, pudiendo ser de acción instantánea o retardada; en este último caso, cuando se incluyan otros aparatos instantáneos aguas abajo.

En todos los casos los diferenciales llevarán pulsador para prueba de su funcionamiento.

En general no se aceptará en una misma instalación se coloque diferenciales de más de un fabricante.

**5.4.5.1.11 Luminarias.**

Dada la gran variedad de luminarias existentes en el mercado y considerando que mismo modelos muy semejantes aparentemente pueden presentar considerables y fundamentales diferencias de funcionamiento, calidades y componentes, se opta por no aceptar cambios en tales aparatos a no ser con la aprobación expresa y por escrito de la Dirección Técnica de Obra.

En general las luminarias vendrán equipadas de origen con equipos para alto factor de potencia, cableado y portalámparas.

La posición física de las mismas obedecerá a la situación que se da en los planos o en los cálculos. No se permitirán luminarias mal alineadas o mal aplomadas u otras empotradas que dejen aparecer las partes que deberían quedar ocultas o mismo luminosidades por rendijas o similares.

**5.4.5.1.12 Lámparas.**

Las lámparas a utilizar en la instalación responderán a lo que se especifique en el trabajo, haciéndose especial hincapié tanto en lo que respecta a sus rendimientos lumínicos y de reproducción cromática, como a las potencias.

Dentro de ello podrán ser utilizadas lámparas de los fabricantes de reconocido prestigio y tradición, no aceptándose marcas de segunda línea.

Todas las lámparas, y en especial las de descarga y halógenas, una vez instaladas se limpiarán con un paño limpio y seco para retirar las huellas que podría producir en ellas manchas indeseables y pérdidas en el rendimiento.

**5.4.5.1.13 Equilibrio de fases.**

En las instalaciones trifásicas en general y en sus partes componentes se cuidará del debido equilibrio de las fases, procediéndose al mejor reparto posible.

Una vez concluida la instalación, el contratista está obligado a comprobar las intensidades de cada una de las fases para cada parte de la instalación y para su

totalidad, procediendo a realizar las correcciones que fueren oportunas de forma que el desequilibrio sea inferior al 10%, salvo en situaciones especiales.

#### **5.4.5.1.14 Resistencia de tierra.**

El contratista está obligado a efectuar la medición de la resistencia de la toma de tierra, comunicando el resultado a la Dirección Técnica de Obra, quien podrá solicitar una nueva medición en su presencia.

Caso que la resistencia supere el valor fijado en el trabajo deberán tomarse las medidas oportunas para su mejora o en la imposibilidad de ello, proceder a otras sustitutorias.

#### **5.4.5.1.15 Calidad de la instalación.**

La Dirección Técnica de Obra podrá solicitar del contratista que proceda a comprobar niveles de tensión, aislamientos, resistencias de tierra u otros parámetros en diferentes puntos de la instalación.

Asimismo, podrá pedir la comprobación de los niveles de alumbrado y de los factores de uniformidad.

#### **5.4.5.2 Instalación en locales mojados.**

##### **5.4.5.2.1 Canalizaciones.**

Las canalizaciones utilizadas en locales mojados serán estancas. Se utilizarán para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4. Las canalizaciones prefabricadas tendrán el mismo grado de protección IPX4.

##### **5.4.5.2.1.1 Instalación de conductores y cables aislados en el interior de tubos.**

Los conductores tendrán una tensión mínima asignada de 450 / 750 V y discurrirán por el interior de tubos:

- Empotrados: según lo especificado en la ITC-BT-21.
- En superficie: según lo especificado en la ITC-BT-21, pero que dispondrán un grado de resistencia a la corrosión 4.

#### **5.4.5.2.1.2 Instalación de cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes.**

Los conductores tendrán una tensión aislada de 450 / 750 V y discurrirán por el interior de canales que se instalarán en superficie, y las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

#### **5.4.5.3 Aparamenta.**

Los aparatos de mando y protección y tomas de corriente se instalarán fuera de estos locales. Cuando esto no se pueda cumplir, los citados aparatos serán, del tipo protegido contra las proyecciones de agua, IPX4, o bien se instalarán en el interior de cajas que les proporcionen un grado de protección equivalente.

#### **5.4.5.3.1 Dispositivos de protección.**

Se instalará un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.

#### **5.4.5.3.2 Aparatos móviles o portátiles.**

Queda prohibido en estos locales la utilización de aparatos móviles o portátiles, excepto cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de muy bajas tensiones de seguridad.

#### **5.4.5.3.3 Receptores de alumbrado.**

Los receptores de alumbrado estarán protegidos contra las proyecciones de agua, IPX4. No serán de clase 0.

### **5.5 DISPOSICIÓN FINAL.**

Si como consecuencia de rescisión o por otra causa fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios establecidos en el presupuesto, según desglose, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionada en otra forma que la establecida en dicho presupuesto.

En ningún caso tendrá derecho el contratista a reclamación alguna, basada en la insuficiencia del presupuesto u omisión del coste de los elementos que constituyen los referidos precios.

La firma del contrato para la ejecución de las instalaciones cuyo trabajo incluya el presente Pliego de Condiciones, presupone la plena aceptación de todas y cada una de las cláusulas de que consta tanto el Pliego de Condiciones Generales como los Pliegos de Condiciones Facultativas y Técnicas.

**TÍTULO: PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL  
DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO**

---

## **ESTADO DE MEDICIONES**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**

**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2015**

**AUTOR: LUCÍA VIGO PICO**

Fdo.: Lucía Vigo Pico.



## **ESTADO DE MEDICIONES**

### **6.1 ELECTRICIDAD**

6.1.1 Acometida .....	3
6.1.2 Cableado.....	4
6.1.3 C.S.A.1 .....	7
6.1.4 C.S.A.2 .....	8
6.1.5 C.S.A.3 .....	8
6.1.6 C.S.A.EM.....	8
6.1.7 C.S.F.1.....	8
6.1.8 C.S.F.2.....	9
6.1.9 C.S.F.3.....	9
6.1.10 C.S.F.4.....	9
6.1.11 C.S.F.5.....	9
6.1.12 C.G.A.....	10
6.1.13 C.G.F.....	10
6.1.14 C.G.P .....	11
6.1.15 Fuerza .....	11
6.1.16 Luminarias.....	12
6.1.17 Alumbrado de emergencia.....	15
6.1.18 Interruptores y conmutadores .....	15
6.1.19 Mano de obra.....	15
6.2. BATERIA DE CONDENSADORES .....	16
6.3 SISTEMAS CONTRA INCENDIOS.....	16
6.4 FONTANERÍA.....	17
6.5 SANEAMIENTO .....	20
6.6 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN.....	24

## ESTADO DE MEDICIONES

### 6.1 ELECTRICIDAD

#### 6.1.1 Acometida

Descripción	
Cable Al flex RZ1 0,6/1kV 1x240 mm <sup>2</sup>	
Cables flexibles RZ1 de 1x240 mm <sup>2</sup> , compuesto por conductor de clase 2, tensión de servicio 0,6/1 kV, con aislamiento XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50268) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-3), Prysmian AL-AFUMEX 1000v (AS) o equivalente	
Ud.	Medición
m.	100

Descripción	
Retro neumáticos 125CV500-1350	
Retroexcavadora sobre neumáticos de 125 CV de potencia con cuchara de 500 a 1350 litros, para una profundidad de excavación entre 5 y 7 metros y altura máxima de descarga 6 m, i/conductor y consumos.	
Ud.	Medición
h.	15

Descripción	
Camión dumper 20tm13m <sup>3</sup> tracc tot	
Camión dumper con caja de 13 m <sup>3</sup> de capacidad de tres ejes y tracción total, i/conductor y consumos.	
Ud.	Medición
h.	6

Ud.	Descripción	Medición
h.	Peón ordinario construcción	5
m <sup>3</sup>	Arena silíceo 0-5mm río lvd Arena silíceo de granulometría 0-5 mm, procedente de río, lavada, a pie de obra, i/transporte de 30 km con camión de 14 tm lleno.	6
h.	Pisón vibrante gsln 33x28cm 65kg Pisón vibrante a gasolina de 3 CV con placa base de 33x28 cm y 65 kg de peso	1
h.	Oficial 1ª electricista	5

### 6.1.2 Cableado

Descripción	
CABLE PIRELLI 1x2,5 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)	
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 2,5 mm <sup>2</sup> . Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (2,5mm <sup>2</sup> ) para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø25 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada	
Ud.	Medición
m.	894

Descripción	
CABLE PIRELLI 1x4 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)	
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 4 mm <sup>2</sup> . Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 4 mm <sup>2</sup> de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (4mm <sup>2</sup> ) para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø25 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada	
Ud.	Medición
m.	1284

Descripción	
CABLE PIRELLI 1x6 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)	
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 6 mm <sup>2</sup> . Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 6 mm <sup>2</sup> de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (6mm <sup>2</sup> ) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro marrón , gris y tierra),, empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø25 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.	
Ud.	Medición
m.	865

Descripción	
CABLE PIRELLI 1x10 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)	
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 10 mm <sup>2</sup> . Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 10 mm <sup>2</sup> de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (10mm <sup>2</sup> ) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø25 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.	
Ud.	Medición
m.	105

Descripción	
CABLE PIRELLI 1x16 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)	
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 16 mm <sup>2</sup> . Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 16 mm <sup>2</sup> de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (16mm <sup>2</sup> ) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro marrón , gris y tierra),, empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø25 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.	
Ud.	Medición
m.	100

Descripción	
CABLE PIRELLI 1x50 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)	
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 150 mm <sup>2</sup> . Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 50 mm <sup>2</sup> de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (50mm <sup>2</sup> ) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro marrón , gris y tierra),, empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø25 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.	
Ud.	Medición
m.	225

Descripción	
CABLE PIRELLI 1x120 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)	
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 120 mm <sup>2</sup> . Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 120 mm <sup>2</sup> de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (120mm <sup>2</sup> ) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro marrón, gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø25 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.	
Ud.	Medición
m.	100

Descripción	
CABLE PIRELLI 1x240 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)	
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 240 mm <sup>2</sup> . Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 240 mm <sup>2</sup> de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (240mm <sup>2</sup> ) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro marrón, gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø25 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.	
Ud.	Medición
m.	500

Descripción	
CABLE PRYSMIAN 1x1,5 AFUMEX 750V QUICK SYSTEM (AS)	
Cable tipo Afumex QUICK SYSTEM 750 V (AS). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 1,5 mm <sup>2</sup> . Cable de cobre aislamiento 750 V, formado por un conductor de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal (1,5mm <sup>2</sup> ) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor (azul y tierra y según la fase que corresponda negro marrón ó gris), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø25 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.	
Ud.	Medición
m.	1425

Descripción	
CABLE PRYSMIAN 1x4 AFUMEX 750V QUICK SYSTEM (AS)	
Cable tipo Afumex QUICK SYSTEM 750 V (AS). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 4 mm <sup>2</sup> . Cable de cobre aislamiento 750 V, formado por un conductor de 4 mm <sup>2</sup> de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal (4mm <sup>2</sup> ) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul y tierra y según la fase que corresponda negro marrón ó gris), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø25 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.	
Ud.	Medición
m.	201

Descripción	
CABLE PRYSMIAN 1x6 AFUMEX 750V QUICK SYSTEM (AS)	
Cable tipo Afumex QUICK SYSTEM 750 V (AS). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 6 mm <sup>2</sup> . Cable de cobre aislamiento 750 V, formado por un conductor de 6 mm <sup>2</sup> de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal (6mm <sup>2</sup> ) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul y tierra y según la fase que corresponda negro marrón ó gris), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø25 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.	
Ud.	Medición
m.	2691

### 6.1.3 C.S.A.1

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Pragma D superficie, 4 filas, 144 pasos	1
Ud.	ID 2/40/30 Clase AC	2
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	1
Ud.	C60N "C" 1P+N 10 A	13
Ud.	C60N "C" 1P+N 16 A	2
Ud.	C60N "C" 1P+N 25 A	1
Ud.	C60N "C" 1P+N 32 A	2
Ud.	C60N "C" 4P 40 A	1

**6.1.4 C.S.A.2**

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Pragma C empotr. P.T., 4 filas, 96 pasos	1
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	3
Ud.	C60N "C" 1P+N 10 A	7
Ud.	C60N "C" 1P+N 16 A	3
Ud.	C60N "C" 4P 20 A	1

**6.1.5 C.S.A.3**

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Pragma C empotr. P.T., 4 filas, 96 pasos	1
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	3
Ud.	C60N "C" 1P+N 10A	6
Ud.	C60N "C" 1P+N 16A	1
Ud.	C60N "C" 4P 20A	1

**6.1.6 C.S.A.EM**

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Pragma D empotr. P.T., 3 filas, 108 pasos	1
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	3
Ud.	C60N "C" 1P+N 10A	9
Ud.	C60N "C" 1P+N 16A	3
Ud.	C60N "C" 4P 20A	1

**6.1.7 C.S.F.1**

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Pragma D empotrable P.P, 3 filas, 108 pasos	1
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	1
Ud.	C60N "C" 1P+N 16A	6
Ud.	C60N "C" 1P+N 25A	2
Ud.	C60N "C" 4P 32A	1

**6.1.8 C.S.F.2**

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Pragma D empotrable P.P, 3 filas, 108 pasos	1
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	1
Ud.	ID 4/25/30 Clase AC	1
Ud.	C60N "C" 1P+N 16A	1
Ud.	C60N "C" 4P 16A	1
Ud.	C60N "C" 4P 20A	1

**6.1.9 C.S.F.3**

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Pragma D empotrable P.P, 4 filas, 144 pasos	1
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	1
Ud.	ID 4/25/30 Clase AC	5
Ud.	ID 4/40/30 Clase AC	2
Ud.	C60N "C" 1P+N 16A	1
Ud.	C60N "C" 4P 10A	3
Ud.	C60N "C" 4P 20A	2
Ud.	C60N "C" 4P 32A	2
Ud.	NG125N "C" 4P 125A	1

**6.1.10 C.S.F.4**

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Pragma D empotrable P.P, 3 filas, 108 pasos	1
Ud.	ID 4/25/30 Clase AC	6
Ud.	ID 4/40/30 Clase AC	2
Ud.	C60N "C" 4P 10A	1
Ud.	C60N "C" 4P 16A	1
Ud.	C60N "C" 4P 32A	1
Ud.	NG125N "C" 4P 125A	1

**6.1.11 C.S.F.5**

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Pragma D empotrable P.P, 4 filas, 96 pasos	1
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	2
Ud.	ID 2/40/30 Clase AC	1
Ud.	C60N "C" 1P+N 16A	6
Ud.	C60N "C" 1P+N 40A	1
Ud.	C60N "C" 4P 50A	1



**6.1.12 C.G.A.**

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Pragma D superficie, 4 filas, 144 pasos	1
Ud.	ID 4/25/30 Clase AC	3
Ud.	ID 4/40/30 Clase AC	1
Ud.	ID 4/50/30 Clase AC	1
Ud.	C60N "C" 4P 20A	3
Ud.	C60N "C" 4P 40A	1

**6.1. 13 C.G.F**

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	ARMADURA P ALTO 2000xANCHO 700xPROF 400mm	1
Ud.	MARCO FIJO + PUERTA P PLENA A=700mm	1
Ud.	FONDO P ATORNILLADO ANCHO=700mm	1
Ud.	4 BARRAS DE COBRE 250A 20x5mm L=1000mm	1
Ud.	SOPORTE DE BARRAS, 3 FASES + N + T	4
Ud.	MULTIFIX ARMARIO P + SOPORTES	8
Ud.	TAPA G/P MULTI9, ALTO 150MM, 3 MÓDULOS	4
Ud.	C60H "C" 4P 32ª	1
Ud.	ID 4/40/30 Clase AC	1
Ud.	C60H "C" 4P 20ª	1
Ud.	ID 4/25/30 Clase AC	2
Ud.	Nsa125n Tm125d 4p4d VIGI	1
Ud.	C60H "C" 4P 50ª	1
Ud.	PLACA SOPORTE P NS100/160/250 VERT.FIJO	1
Ud.	TAPA G/P PLENA 2 MODULOS H=100mm	2
Ud.	TAPA G/P 3/4 NS100/160/250 VERTICAL	1
Ud.	NS250N TM250D 4P3R	1
Ud.	TAPA PLENA G/P 11 MÓDULOS H=550mm	1
Ud.	TAPA G/P PLENA 3 MODULOS H=150mm	1
Ud.	2 PAREDES LATERALES PROFUNDIDAD=400mm	1
Ud.	SOPORTES AUX. COLECTOR T/N, ARMARIO P	1
Ud.	COLECTOR TIERRA/NEUTRO COFRET G 12x3mm	1

### 6.1.14 C.G.P

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	ARMADURA P ALTO 2000xANCHO 700xPROF 400mm	1
Ud.	MARCO FIJO + PUERTA P PLENA A=700mm	1
Ud.	FONDO P ATORNILLADO ANCHO=700mm	1
Ud.	4 BARRAS DE COBRE 250A 20x5mm L=1000mm	1
Ud.	SOPORTE DE BARRAS, 3 FASES + N + T	4
Ud.	MULTIFIX ARMARIO P + SOPORTES	8
Ud.	TAPA G/P MULTI9, ALTO 150MM, 3 MÓDULOS	4
Ud.	NSA160N TM160D 3P3 F.A.	1
Ud.	ID 4/63/300 Clase AC	1
	VIGI C250 4P	1
Ud.	NS250N STR23 SE 4P3	1
Ud.	PLACA SOPORTE P NS100/160/250 VERT.FIJO	1
Ud.	TAPA G/P PLENA 2 MÓDULOS H=100mm	2
Ud.	TAPA G/P 3/4 NS100/160/250 VERTICAL	1
Ud.	NS250N TM250D 4P3R	1
Ud.	TAPA PLENA G/P 11 MÓDULOS H=550mm	1
Ud.	TAPA G/P PLENA 3 MÓDULOS H=150mm	1
Ud.	2 PAREDES LATERALES PROFUNDIDAD=400mm	1
Ud.	SOPORTES AUX. COLECTOR T/N, ARMARIO P	1
Ud.	COLECTOR TIERRA/NEUTRO COFRET G 12x3mm	1

### 6.1.15 Fuerza

Descripción	
<b>Toma de corriente combinada:</b>  Caja para tomas de corriente combinadas. Incluye 2 tomas monofásicas de 16A tipo schucko y una toma trifásica tipo cetac.Tipo SIMON 17911-35 o equivalente, totalmente instalada.	
Ud.	Medición
Ud..	11

Descripción	
<b>Base enchufe emp 2P+T 16A est:</b>  Base de enchufe 10/16A bipolar +T, marca BTICINO, serie LIGHT, o equivalente, certificado calidad AENOR, según UNE 20315:1994; instalación empotrada en caja PVC universal enlazable, según NTE/IEB-50; i/marco/placa embellecedor, apertura de rozas, prefijado y conexión.	
Ud.	Medición
Ud.	39

### 6.1.16 Luminarias

Descripción	
<p><b>PHILIPS DN125B D187 1xLED10S/830</b></p> <p>Dentro de la familia de alta calidad CoreLine LED de Philips, la nueva gama CoreLine Downlight de productos LED puede emplearse para sustituir la iluminación directa CFL convencional en aplicaciones de iluminación general.</p> <p>La vida útil de esta luminaria es cinco veces más larga que las lámparas CFL convencionales, supone un ahorro energético del 75%, lo que reduce en gran medida el coste total de propiedad y es regulable.</p> <p>Tiene tecnología LED duradera de eficiencia energética, disponible en versiones Mini 1000 lm y Compact 2000 lm y que dispone de selección de temperatura de color (3.000 y 4.000 K)</p> <p>Se utiliza para iluminación general en pasillos y zonas de circulación en interiores.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	32

Descripción	
<p><b>PHILIPS FBS296 1xPL-TT/4P42W HFP C</b></p> <p>La gama Fugato de downlights fijos para la iluminación general ha sido diseñada para un rendimiento óptimo - tanto óptico como térmico - con lámparas fluorescentes compactas. La óptica superior es de aluminio de alto brillo. La óptica inferior de polímero puede pedirse en acabado brillante, mate satinado o blanco. La versión de alto brillo (C) cumple con la norma UGR19 (de conformidad con EN12464-1, <math>L_m &lt; 1000 \text{ cd/m}^2</math> a <math>\gamma &gt; 65^\circ</math>) cuando se utiliza con la innovadora rejilla circular antideslumbramiento. La gama Fugato comprende además la luz descendente Fugato LED (corte 175 mm), que permite hasta un 50% de ahorro de energía en comparación con las lámparas tradicionales CFL, sin sacrificar la calidad de la luz. Su larga duración de 50.000 horas también la convierte en una verdadera solución de tipo "instálala y olvídate de ella".</p> <p>Se utiliza para oficinas, venta al por menor y en edificios públicos.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	5

Descripción	
<b>PHILIPS BBS411 W9L120 1xLED24/830 LIN-PC</b>	
<p>Este tipo de luminaria empotrada de SmartForm dispone de tecnología LED. Está diseñada para adaptarse a una amplia variedad de tipos de techo, esta familia enormemente versátil de luminarias modulares y semimodulares satisface prácticamente todos los requisitos de los proyectos en la mayoría de las aplicaciones. SmartForm LED genera un importante ahorro energético.</p> <p>Se utiliza para iluminación general para aplicaciones de oficina y en zonas de paso.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
<b>PHILIPS 4IS090 1xTL-D36W HF O</b>	
<p>Es una luminaria que está protegida contra salpicaduras de agua y contra la acumulación de polvo.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	16

Descripción	
<b>PHILIPS 4ME550 P-MB 1xSON400W +9ME100 R GC D550</b>	
<p>El diseño moderno y funcional de Megalux, junto a la calidad y robustez de sus materiales, hacen que resulte idónea para el ámbito industrial, Megalux es también muy indicada para salas de gran altura.</p> <p>La luminaria está compuesta por un tubo fluorescente de 400 W, con reflector de aluminio y cierre de vidrio templado transparente.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	8

Descripción	
<b>PHILIPS TCS260 D/I 1xTL5-49W HFP M2</b>  <p>La gama de luminarias EFix TCS260 permite ahorrar una considerable cantidad de energía substituyendo las antiguas instalaciones electromagnéticas por la tecnología Philips más avanzada.</p> <p>Su rendimiento óptico cumple las últimas normas EN-12464, lo que garantiza una calidad de luz mejorada en todas las aplicaciones.</p> <p>Combinado con equipos de alta frecuencia propicia un sustancial ahorro de energía. Este ahorro se puede incrementar aún más integrando un controlador de luz diurna Luxsense en la luminaria. La familia EFix TCS260 combina las luminarias de montaje adosado y suspendido en un solo diseño. La luminaria incorpora un recuperador de flujo fácilmente desmontable que permite ajustar el haz para producir alumbrado directo o directo/indirecto. EFix TCS260 se suministra con lámparas y lista para instalar, por lo que el tiempo de instalación es mínimo. La versión EFix TBS260 de montaje empotrado se usa para aplicaciones de iluminación general en oficinas y tienda.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	6

Descripción	
<b>PHILIPS TCS260 D/I 2xTL5-35W HFP M6</b>  <p>La gama de luminarias EFix TCS260 permite ahorrar una considerable cantidad de energía substituyendo las antiguas instalaciones electromagnéticas por la tecnología Philips más avanzada.</p> <p>Su rendimiento óptico cumple las últimas normas EN-12464, lo que garantiza una calidad de luz mejorada en todas las aplicaciones.</p> <p>Combinado con equipos de alta frecuencia propicia un sustancial ahorro de energía. Este ahorro se puede incrementar aún más integrando un controlador de luz diurna Luxsense en la luminaria. La familia EFix TCS260 combina las luminarias de montaje adosado y suspendido en un solo diseño. La luminaria incorpora un recuperador de flujo fácilmente desmontable que permite ajustar el haz para producir alumbrado directo o directo/indirecto. EFix TCS260 se suministra con lámparas y lista para instalar, por lo que el tiempo de instalación es mínimo. La versión EFix TBS260 de montaje empotrado se usa para aplicaciones de iluminación general en oficinas y tienda.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	6

### 6.1.17 Alumbrado de emergencia.

Descripción	
<b>Luminaria de emergencia autónoma Legrand tipo NT</b>	
Luminaria de emergencia autónoma Legrand tipo NT, IP65 clase I de 750 lúm., con lámpara fluorescente, Leds de señalización de carga de los acumuladores, fabricada según normas EN 60598-2-22 :99 , UNE 20392-93, autonomía superior a 1 hora, sin test. Con certificado de ensayo (LCOE) y marca N de producto certificado, para instalación saliente. Cumple con las Directivas de compatibilidad electromagnéticas y baja tensión, de obligado cumplimiento. Alimentación 230 V. 50/60 Hz. Acumuladores estancos Ni-Cd, alta temperatura, materiales resistentes al calor y al fuego. Puesta en marcha por telemando, con bornes protegidas contra conexión accidental a 230V. Instalado incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	
Ud.	Medición
Ud.	67

### 6.1.18 Interruptores y conmutadores.

Descripción	
<b>INTERRUPTOR</b>	
Incluye mecanismo marca EUNEA Serie VOLGA 10ª 250V (o equivalente), con marco, de conexión rápida, caja de derivación empotrada y elementos de conexión, construido según R.B.T., totalmente montado e instalado.	
Ud.	Medición
Ud.	10

Descripción	
<b>CONMUTADOR</b>	
Conmutador 2 módulos 10A/250V, marca BTICINO, serie LIGHT, ref. N4003L/2, o equivalente, completo, según UNE-EN 60669-1.	
Ud.	Medición
Ud.	10

### 6.1.19 Mano de obra

Ud.	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª electricista	70
h.	Oficial 2ª electricista	70
h.	Peón ordinario construcción	70

## 6.2 Batería de condensadores

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	Rectimat 2 100 Kvar 400 H V10 x 10  Las baterías Rectimat 2 son equipos de compensación automática que se presentan en cofret o armario, según la potencia del equipo.	1

## 6.3 Sistema contraincendios

Descripción	
<b>PLACA SEÑALIZ.EXTINCIÓN PLAST.</b>  Placa de señalización de elementos de extinción de incendios de 250x200 mm. en plástico rígido, totalmente colocada..	
Ud.	Medición
Ud.	9

Descripción	
<b>PULSADOR DE ALARMA DE SUPERFICIE</b> Pulsador de Alarma Analógico direccionable AE/94-P1 de superficie. Desarrollado y fabricado por AGUILERA ELECTRÓNICA (o equivalente) según Norma EN 54-11. Equipados con módulo direccionable provisto de Microrruptor, led de alarma y autochequeo, sistema de comprobación con llave de rearme, lámina calibrada para que se enclave y no rompa y microprocesador que controle su funcionamiento e informe a la central de Alarma. Instalado en pared y cableado hasta la Central de Detección y Alarma mediante mangera AE/MANG-3RO libre de halógenos, correctamente entubado, incluye parte proporcional de módulo aislador AE/94-AB, caja de derivación AE/94-4D. Totalmente montado, probado y funcionando.	
Ud.	Medición
Ud.	9

Descripción	
<b>PLACA SEÑALIZ.EVACUACIÓN</b> Placa de señalización de evacuación y medios móviles de extinción en aluminio luminiscente tamaño 297x210 mm, totalmente colocada.	
Ud.	Medición
Ud.	15

Descripción	
<b>EXTINTOR MANUAL POLVO POLIV.,(21A-113B),6Kg</b>	
Extintor manual de polvo polivalente, de 6Kg de capacidad y eficacia 21 A 113 B colocado sobre pared.	
Ud.	Medición
Ud.	9

Descripción	
<b>SIRENA</b>	
Sirena de 100 dB con base de detector integrada contiene una base de detector moldeada en la carcasa de la sirena. Es compatible con sistemas XP95 y Discovery.	
Ud.	Medición
Ud.	2

Ud.	Descripción	Medición
h.	Peón ordinario construcción	60
h.	Peón ordinario construcción	60

#### 6.4 Fontanería

Descripción	
<b>ACOMETIDA DN32 mm. 1 1/2" POLIETIL</b>	
Acometida a la red general municipal de agua DN32 mm., realizada con tubo de polietileno de alta densidad, con collarín de toma de P.P., derivación a 1 1/2", codo de latón, enlace recto de polietileno, llave de esfera latón roscar de 1 1/2", i/p.p. de piezas especiales y accesorios, terminada y funcionando.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<b>TUB. POLIPROPILENO PN20 16x2,3</b>	
Tubería de polipropileno de diámetro 16 y espesor 2,3mm.	
Ud.	Medición
m	64



Descripción	
<b>TUB. POLIPROPILENO PN20 20x2,8</b>	
Tubería de polipropileno de diámetro 20 y espesor 2,8mm.	
Ud.	Medición
m	23

Descripción	
<b>TUB. POLIPROPILENO PN20 25x3,5</b>	
Tubería de polipropileno de diámetro 25 y espesor 3,5mm.	
Ud.	Medición
m	14

Descripción	
<b>TUB. POLIPROPILENO PN20 32x4,5</b>	
Tubería de polipropileno de diámetro 32 y espesor 4,5mm.	
Ud.	Medición
m	18

Descripción	
<b>CODO 90 DN16mm</b>	
Ud.	Medición
Ud.	38

Descripción	
<b>CODO 90 DN20mm</b>	
Ud.	Medición
m	7

Descripción	
<b>CODO 90 DN25mm</b>	
Ud.	Medición
Ud.	5

Descripción	
<b>CODO 90 DN32mm</b>	
Ud.	Medición
Ud.	5

Descripción	
<b>CODO TERMINAL DN16mm</b>	
Ud.	Medición
Ud.	11

Descripción	
<b>TE DN16mm</b>	
Ud.	Medición
Ud.	21

Descripción	
<b>TE DN25mm</b>	
Ud.	Medición
Ud.	8

Descripción	
<b>TE DN32mm</b>	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
<b>Oficial 1ª fontanero calefactor</b>	
Ud.	Medición
h	16

Descripción	
<b>Oficial 2ª fontanero calefactor</b>	
Ud.	Medición
h	16

## 7.5 Saneamiento

Descripción	
<b>Arqueta de paso 50 x 50</b> Arqueta de paso enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 de dimensiones interiores 50 x 50 cm, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	4

Descripción	
<b>Arqueta de paso 60 x 60</b> Arqueta de paso enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 de dimensiones interiores 60 x 60 cm, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	11

Descripción	
<b>Bajante PVC DN50</b> Suministro y montaje de bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 50 mm de diámetro. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocadas mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<b>Bajante PVC DN63</b> Suministro y montaje de bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 63 mm de diámetro. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocadas mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<b>Bajante PVC DN75</b> Suministro y montaje de bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocadas mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	3

Descripción	
<b>Bajante PVC DN90</b> Suministro y montaje de bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocadas mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	5

Descripción	
<b>Bote Sifónico 40/50</b> Suministro e instalación de bote sifónico de PVC de 110 mm de diámetro, con cinco entradas de 40 mm de diámetro y una salida de 50 mm de diámetro, con tapa ciega de acero inoxidable, colocado superficialmente bajo el forjado. Incluso prolongador. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	7

Descripción	
<b>Canalones DN150</b>  Canalón para recogida de agua de pluviales semicircular fabricado en PVC con un diámetro de 150 mm.	
Ud.	Medición
m	22

Descripción	
<b>Canalones DN125</b>  Canalón para recogida de agua de pluviales semicircular fabricado en PVC con un diámetro de 125 mm.	
Ud.	Medición
m	78

Descripción	
<b>Canalones DN100</b>  Canalón para recogida de agua de pluviales semicircular fabricado en PVC con un diámetro de 100 mm.	
Ud.	Medición
m	23

Descripción	
<b>Colector DN 250</b>  Colector de aguas para saneamiento enterrado sin presión de 250 mm de diámetro exterior según norma UNE EN 1401-1. Instalación incluida	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<b>Colector DN 160</b>  Colector de aguas para saneamiento enterrado sin presión de 160 mm de diámetro exterior según norma UNE EN 1401-1. Instalación incluida	
Ud.	Medición
Ud.	11

Descripción	
<b>Colector DN 125</b>	
Colector de aguas para saneamiento enterrado sin presión de 125 mm de diámetro exterior según norma UNE EN 1401-1. Instalación incluida	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
<b>Colector DN 110</b>	
Colector de aguas para saneamiento enterrado sin presión de 110 mm de diámetro exterior según norma UNE EN 1401-1. Instalación incluida	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
<b>Tubería PVC DN 250</b>	
Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 250 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, Conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
m	4

Descripción	
<b>Tubería PVC DN 160</b>	
Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 160 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, Conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
m	85

Descripción	
<b>Tubería PVC DN 125</b>	
Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 160 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, Conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
m	11

Descripción	
<b>Tubería PVC DN 110</b> Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 110 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, Conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
m	27

## 7.6 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

Descripción	
<b>Bomba de calor</b> Bomba de calor reversible de condensación por aire con ventiladores axiales para un funcionamiento silencioso con un caudal máximo de 7500 m <sup>3</sup> /h.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<b>Ventilador</b> Ventilador centrífugo de baja presión y doble aspiración con motor directo de caudal máximo de 6000 m <sup>3</sup> /h. Motores cerrados con protector térmico incorporado en el devanado	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
<b>Fan Coil</b> De sencillo montaje y mantenimiento, adecuado tratamiento del aire de ventilación y recirculado, reducido nivel de ruido y altas posibilidades de regulación. Especialmente indicadas en oficinas. Constituido por un ventilador, por un elemento de intercambio de calor y por un filtro. Con descarga horizontal del aire para evitar corrientes de aire y el ensuciamiento del techo.	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
Tubo helicoidal corrugado galvanizado DN600 y espesor 0,7 mm	
Ud.	Medición
m.	12

Descripción	
Tubo helicoidal corrugado galvanizado DN560 y espesor 0,7 mm	
Ud.	Medición
m.	30

Descripción	
Tubo helicoidal corrugado galvanizado DN500 y espesor 0,7 mm	
Ud.	Medición
m.	40

Descripción	
Tubo helicoidal corrugado galvanizado DN450 y espesor 0,7 mm	
Ud.	Medición
m.	33

Descripción	
Tubo helicoidal corrugado galvanizado DN400 y espesor 0,7 mm	
Ud.	Medición
m.	8

Descripción	
Tubo helicoidal corrugado galvanizado DN355 y espesor 0,7 mm	
Ud.	Medición
m.	23

Descripción	
Tubo helicoidal corrugado galvanizado DN300 y espesor 0,7 mm	
Ud.	Medición
m.	7



Descripción	
Tubo helicoidal corrugado galvanizado DN280 y espesor 0,7 mm	
Ud.	Medición
m.	7

Descripción	
Rejillas 200x400mm	
Ud.	Medición
m.	36

**TÍTULO: PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL  
DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO**

---

## **PRESUPUESTO**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**

**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2015**

**AUTOR: LUCÍA VIGO PICO**

Fdo.: Lucía Vigo Pico.

## **PRESUPUESTO**

### **7.1 ELECTRICIDAD**

7.1.1 Acometida .....	4
7.1.2 Cableado.....	5
7.1.3 C.S.A.1 .....	8
7.1.4 C.S.A.2 .....	9
7.1.5 C.S.A.3 .....	9
7.1.6 C.S.A.EM .....	9
7.1.7 C.S.F.1.....	9
7.1.8 C.S.F.2.....	10
7.1.9 C.S.F.3.....	10
7.1.10 C.S.F.4.....	10
7.1.11 C.S.F.5.....	10
7.1.12 C.G.A .....	10
7.1.13 C.G.F.....	10
7.1.14 C.G.P .....	12
7.1.15 Fuerza .....	13
7.1.16 Luminarias.....	13
7.1.17 Alumbrado de emergencia .....	17
7.1.18 Interruptores y conmutadores .....	17
7.1.19 Mano de obra.....	18
<b>7.2. BATERIA DE CONDENSADORES .....</b>	<b>18</b>
<b>7.3 SISTEMAS CONTRA INCENDIOS.....</b>	<b>18</b>

<b>7.3.1 Material .....</b>	<b>18</b>
<b>7.3.2 Mano de obra.....</b>	<b>20</b>
<b>7.4 FONTANERÍA.....</b>	<b>20</b>
<b>7.5 SANEAMIENTO .....</b>	<b>23</b>
<b>7.6 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN.....</b>	<b>27</b>
<b>7.7 PRESUPUESTO FINAL.....</b>	<b>29</b>

## PRESUPUESTO

### 7.1 ELECTRICIDAD

#### 7.1.1 Acometida

Descripción			
Cable Al flex RZ1 0,6/1kV 1x240 mm <sup>2</sup>			
Cables flexibles RZ1 de 1x240 mm <sup>2</sup> , compuesto por conductor de clase 2, tensión de servicio 0,6/1 kV, con aislamiento XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50268) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-3), Prysmian AL-AFUMEX 1000v (AS) o equivalente			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	100	61,80 €	6180,00 €

Descripción			
Retro neumáticos 125CV500-1350			
Retroexcavadora sobre neumáticos de 125 CV de potencia con cuchara de 500 a 1350 litros, para una profundidad de excavación entre 5 y 7 metros y altura máxima de descarga 6 m, i/conductor y consumos.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
h.	15	13,78 €	206,7 €

Descripción			
Camión dumper 20tm13m <sup>3</sup> tracc tot			
Camión dumper con caja de 13 m <sup>3</sup> de capacidad de tres ejes y tracción total, i/conductor y consumos.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
h.	6	22,72 €	136,32 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Peón ordinario construcción	5	14,26 €	71,30 €
m <sup>3</sup>	Arena silíceo 0-5mm río lvd Arena silíceo de granulometría 0-5 mm, procedente de río, lavada, a pie de obra, i/transporte de 30 km con camión de 14 tm lleno.	6	4,72 €	28,32 €
h.	Pisón vibrante gsln 33x28cm 65kg Pisón vibrante a gasolina de 3 CV con placa base de 33x28 cm y 65 kg de peso	1	13,78 €	13,78 €
h.	Oficial 1ª electricista	5	15,86 €	79,30 €

<b>TOTAL IMPORTE ACOMETIDA</b>	<b>6715,72 €</b>
--------------------------------	------------------

### 7.1.2 Cableado

Descripción			
CABLE PIRELLI 1x2,5 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)			
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 2,5 mm <sup>2</sup> . Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (2,5mm <sup>2</sup> ) para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø25 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	894	1,72 €	1.537,68 €

Descripción			
CABLE PIRELLI 1x4 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)			
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 4 mm <sup>2</sup> . Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 4 mm <sup>2</sup> de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (4mm <sup>2</sup> ) para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø25 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	1284	2,56 €	3.287,04 €

Descripción			
CABLE PIRELLI 1x6 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)			
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 6 mm <sup>2</sup> . Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 6 mm <sup>2</sup> de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (6mm <sup>2</sup> ) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro marrón , gris y tierra),, empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø25 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	865	3,09 €	2.672,85 €

Descripción			
CABLE PIRELLI 1x10 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)			
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 10 mm <sup>2</sup> . Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 10 mm <sup>2</sup> de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (10mm <sup>2</sup> ) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizarán los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro marrón, gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø25 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	105	2,44 €	256,2 €

Descripción			
CABLE PIRELLI 1x16 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)			
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 16 mm <sup>2</sup> . Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 16 mm <sup>2</sup> de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (16mm <sup>2</sup> ) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizarán los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro marrón, gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø25 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	100	7,93 €	793 €

Descripción			
CABLE PIRELLI 1x50 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)			
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 150 mm <sup>2</sup> . Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 50 mm <sup>2</sup> de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (50mm <sup>2</sup> ) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizarán los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro marrón, gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø25 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	225	18,04 €	4.059 €

Descripción			
CABLE PIRELLI 1x120 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)			
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 120 mm <sup>2</sup> . Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 120 mm <sup>2</sup> de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (120mm <sup>2</sup> ) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro marrón, gris y tierra),, empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø25 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	100	36,88 €	3.688 €

Descripción			
CABLE PIRELLI 1x240 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)			
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 240 mm <sup>2</sup> . Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 240 mm <sup>2</sup> de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (240mm <sup>2</sup> ) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro marrón , gris y tierra),, empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø25 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	500	52,99 €	26.495 €

Descripción			
CABLE PRYSMIAN 1x1,5 AFUMEX 750V QUICK SYSTEM (AS)			
Cable tipo Afumex QUICK SYSTEM 750 V (AS). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 1,5 mm <sup>2</sup> . Cable de cobre aislamiento 750 V, formado por un conductor de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal (1,5mm <sup>2</sup> ) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor (azul y tierra y según la fase que corresponda negro marrón ó gris), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø25 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	1425	1,45 €	2.066,25 €



Descripción			
CABLE PRYSMIAN 1x4 AFUMEX 750V QUICK SYSTEM (AS)			
Cable tipo Afumex QUICK SYSTEM 750 V (AS). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 4 mm <sup>2</sup> . Cable de cobre aislamiento 750 V, formado por un conductor de 4 mm <sup>2</sup> de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal (4mm <sup>2</sup> ) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizarán los colores adecuados según la normativa en vigor(azul y tierra y según la fase que corresponda negro marrón ó gris), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø25 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	201	1,75 €	351,75 €

Descripción			
CABLE PRYSMIAN 1x6 AFUMEX 750V QUICK SYSTEM (AS)			
Cable tipo Afumex QUICK SYSTEM 750 V (AS). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 6 mm <sup>2</sup> . Cable de cobre aislamiento 750 V, formado por un conductor de 6 mm <sup>2</sup> de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal (6mm <sup>2</sup> ) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizarán los colores adecuados según la normativa en vigor(azul y tierra y según la fase que corresponda negro marrón ó gris), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø25 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	2691	1,93 €	5.193,63 €

<b>TOTAL IMPORTE CABLEADO</b>	<b>50.400,4 €</b>
-------------------------------	-------------------

### 7.1.3 C.S.A.1

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma D superficie, 4 filas, 144 pasos	1	136,55 €	136,55 €
Ud.	ID 2/40/30 Clase AC	2	95,74 €	95,74 €
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	1	92,95 €	92,95 €
Ud.	C60N "C" 1P+N 10A	13	28,96 €	376,48 €
Ud.	C60N "C" 1P+N 16A	2	29,46 €	58,92 €
Ud.	C60N "C" 1P+N 25A	1	30,93 €	30,93 €
Ud.	C60N "C" 1P+N 32A	2	32,78 €	65,56 €
Ud.	C60N "C" 4P 40A	1	92,8 €	92,8 €
<b>Total importe CSA 1</b>				<b>949,93 €</b>

**7.1.4 C.S.A.2**

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma C empotr. P.T., 4 filas, 96 pasos	1	63,14 €	63,14 €
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	3	92,95 €	278, 85 €
Ud.	C60N "C" 1P+N 10A	7	28,96 €	202, 72 €
Ud.	C60N "C" 1P+N 16A	3	29,46 €	88, 38 €
Ud.	C60N "C" 4P 20A	1	72,32 €	72,32 €
<b>Total importe CSA 2</b>				<b>705,41 €</b>

**7.1.5 C.S.A.3**

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma C empotr. P.T., 4 filas, 96 pasos	1	63,14 €	63,14 €
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	3	92,95 €	278, 85 €
Ud.	C60N "C" 1P+N 10A	6	28,96 €	173,76 €
Ud.	C60N "C" 1P+N 16A	1	29,46 €	29,46 €
Ud.	C60N "C" 4P 20A	1	72,32 €	72,32 €
<b>Total importe CSA 3</b>				<b>617,53 €</b>

**7.1.6 C.S.A.EM**

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma D empotr. P.T., 3 filas, 108 pasos	1	103,55 €	103,55 €
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	3	92,95 €	278,85 €
Ud.	C60N "C" 1P+N 10A	9	28,96 €	260,64 €
Ud.	C60N "C" 1P+N 16A	3	29,46 €	88,38 €
Ud.	C60N "C" 4P 20A	1	72,32 €	72,32 €
<b>Total importe CSA.Emergencia</b>				<b>803,74</b>

**7.1.7 C.S.F.1**

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma D empotrable P.P, 3 filas, 108 pasos	1	103,55 €	103,55 €
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	1	92,95 €	92,95 €
Ud.	C60N "C" 1P+N 16A	6	29,46 €	176,76 €
Ud.	C60N "C" 1P+N 25A	2	30,93 €	61,86 €
Ud.	C60N "C" 4P 32A	1	78,2 €	78,2 €
<b>Total importe CSF 1</b>				<b>513,32 €</b>

**7.1.8 C.S.F.2**

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma D empotrable P.P, 3 filas, 108 pasos	1	103,55 €	103,55 €
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	1	92,95 €	92,95 €
Ud.	ID 4/25/30 Clase AC	1	173,25 €	173,25 €
Ud.	C60N "C" 1P+N 16A	1	29,46 €	29,46 €
Ud.	C60N "C" 4P 16A	1	70,34 €	70,34 €
Ud.	C60N "C" 4P 20A	1	72,32 €	72,32 €
<b>Total importe CSF 2</b>				<b>541,87 €</b>

**7.1.9 C.S.F.3**

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma D empotrable P.P, 4 filas, 144 pasos	1	136,55 €	136,55 €
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	1	92,95 €	92,95 €
Ud.	ID 4/25/30 Clase AC	5	173,25 €	866,25 €
Ud.	ID 4/40/30 Clase AC	2	180,1 €	360,2 €
Ud.	C60N "C" 1P+N 16A	1	29,46 €	29,46 €
Ud.	C60N "C" 4P 10A	3	69,52 €	208,56 €
Ud.	C60N "C" 4P 20A	2	72,32 €	144,64 €
Ud.	C60N "C" 4P 32A	2	78,2 €	156,4 €
Ud.	NG125N "C" 4P 125A	1	256,4 €	256,4 €
<b>Total importe CSF 3</b>				<b>2251,41€</b>

**7.1.10 C.S.F.4**

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma D empotrable P.P, 3 filas, 108 pasos	1	103,55 €	103,55 €
Ud.	ID 4/25/30 Clase AC	6	173,25 €	1.039,5 €
Ud.	ID 4/40/30 Clase AC	2	180,1 €	360,2 €
Ud.	C60N "C" 4P 10A	1	69,52 €	69,52 €
Ud.	C60N "C" 4P 16A	1	70,34 €	70,34 €
Ud.	C60N "C" 4P 32A	1	78,2 €	78,2 €
Ud.	NG125N "C" 4P 125A	1	256,4 €	256,4 €
<b>Total importe CSF 4</b>				<b>1977,71 €</b>

**7.1.11 C.S.F.5**

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma D empotrable P.P, 4 filas, 96 pasos	1	63,14 €	63,14€
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	2	92,95 €	185,9 €
Ud.	ID 2/40/30 Clase AC	1	95,74 €	95,74 €
Ud.	C60N "C" 1P+N 16A	6	29,46 €	176,76 €
Ud.	C60N "C" 1P+N 40A	1	42,49 €	42,49 €
Ud.	C60N "C" 4P 50A	1	198,36 €	198,36 €
<b>Total importe CSF 5</b>				<b>762,39 €</b>

**7.1.12. C.G.A.**

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma D superficie, 4 filas, 144 pasos	1	136,55 €	136,55 €
Ud.	ID 4/25/30 Clase AC	3	173,25 €	519,75 €
Ud.	ID 4/40/30 Clase AC	1	180,1 €	180,1 €
Ud.	ID 4/50/30 Clase AC	1	197,56 €	197,56 €
Ud.	C60N "C" 4P 20A	3	72,32 €	216,96 €
Ud.	C60N "C" 4P 40A	1	92,8 €	92,8 €
<b>Total importe CGA</b>				<b>1343,72 €</b>

**7.1.13 C.G.F**

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	ARMADURA P ALTO 2000xANCHO 700xPROF 400mm	1	334,52€	334,52 €
Ud.	MARCO FIJO + PUERTA P PLENA A=700mm	1	300,05€	300,05 €
Ud.	FONDO P ATORNILLADO ANCHO=700mm	1	199,07€	199,07 €
Ud.	4 BARRAS DE COBRE 250A 20x5mm L=1000mm	1	126,54€	126,54 €
Ud.	SOPORTE DE BARRAS, 3 FASES + N + T	4	16,63€	66,52 €
Ud.	MULTIFIX ARMARIO P + SOPORTES	8	12,09€	96,72 €
Ud.	TAPA G/P MULTI9, ALTO 150MM, 3 MÓDULOS	4	9,41€	37,64 €
Ud.	C60H "C" 4P 32A	1	94,68€	757,44 €
Ud.	ID 4/40/30 Clase AC	1	180,1€	1440,8 €
Ud.	C60H "C" 4P 20A	1	72,32 €	227,31 €
Ud.	ID 4/25/30 Clase AC	2	173,25€	519,75 €
Ud.	Nsa125n Tm125d 4p4d	1	478,96 €	478,96 €
Ud.	C60H "C" 4P 50A	1	17,81€	17,81 €
Ud.	PLACA SOPORTE P NS100/160/250 VERT.FIJO	1	47,47€	47,47 €
Ud.	TAPA G/P PLENA 2 MODULOS H=100mm	2	8,6€	17,2 €
Ud.	TAPA G/P 3/4 NS100/160/250 VERTICAL	1	16,01€	16,01 €
Ud.	NS250N TM250D 4P3R	1	1247,74€	1247,74 €
Ud.	TAPA PLENA G/P 11 MÓDULOS H=550mm	1	25,91€	25,91 €
Ud.	TAPA G/P PLENA 3 MODULOS H=150mm	1	8,85€	8,85 €
Ud.	2 PAREDES LATERALES PROFUNDIDAD=400mm	1	191,73€	191,73 €
Ud.	SOPORTES AUX. COLECTOR T/N, ARMARIO P	1	11,77€	11,77 €
Ud.	COLECTOR TIERRA/NEUTRO COFRET G 12x3mm	1	19,67€	19,67 €
<b>Total importe CGF</b>				<b>6189,48 €</b>

**7.1.14 C.G.P**

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	ARMADURA P ALTO 2000xANCHO 700xPROF 400mm	1	334,52 €	334,52 €
Ud.	MARCO FIJO + PUERTA P PLENA A=700mm	1	300,05€	300,05 €
Ud.	FONDO P ATORNILLADO ANCHO=700mm	1	199,07€	199,07 €
Ud.	4 BARRAS DE COBRE 250A 20x5mm L=1000mm	1	126,54€	126,54 €
Ud.	SOPORTE DE BARRAS, 3 FASES + N + T	4	16,63€	66,52 €
Ud.	MULTIFIX ARMARIO P + SOPORTES	8	12,09€	96,72 €
Ud.	TAPA G/P MULTI9, ALTO 150MM, 3 MÓDULOS	4	9,41€	37,64 €
Ud.	NSA160N TM160D 3P3 F.A.	1	350,79€	350,79 €
Ud.	ID 4/63/300 Clase AC	1	180,1€	1440,8 €
	VIGI C250 4P	1	337,73€	337,73 €
Ud.	NS250N STR23 SE 4P3	1	1998,72€	1998,72 €
Ud.	PLACA SOPORTE P NS100/160/250 VERT.FIJO	1	47,47€	47,47 €
Ud.	TAPA G/P PLENA 2 MODULOS H=100mm	2	8,6€	17,2 €
Ud.	TAPA G/P 3/4 NS100/160/250 VERTICAL	1	16,01€	16,01 €
Ud.	NS250N TM250D 4P3R	1	1247,74€	1247,74 €
Ud.	TAPA PLENA G/P 11 MÓDULOS H=550mm	1	25,91€	25,91 €
Ud.	TAPA G/P PLENA 3 MODULOS H=150mm	1	8,85€	8,85 €
Ud.	2 PAREDES LATERALES PROFUNDIDAD=400mm	1	191,73€	191,73 €
Ud.	SOPORTES AUX. COLECTOR T/N, ARMARIO P	1	11,77€	11,77 €
Ud.	COLECTOR TIERRA/NEUTRO COFRET G 12x3mm	1	19,67€	19,67 €
<b>Total importe CGP</b>				<b>6875,42 €</b>

### 7.1.15 Fuerza

Descripción			
<b>Toma de corriente combinada:</b>  Caja para tomas de corriente combinadas. Incluye 2 tomas monofásicas de 16A tipo schucko y una toma trifásica tipo cetac. Tipo SIMON 17911-35 o equivalente, totalmente instalada.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud..	11	65,00 €	715 €

Descripción			
<b>Base enchufe emp 2P+T 16A est:</b>  Base de enchufe 10/16A bipolar +T, marca BTICINO, serie LIGHT, o equivalente, certificado calidad AENOR, según UNE 20315:1994; instalación empotrada en caja PVC universal enlazable, según NTE/IEB-50; i/marco/placa embellecedor, apertura de rozas, prefijado y conexión.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	39	18,00 €	702 €

<b>TOTAL IMPORTE FUERZA</b>	<b>1417€</b>
-----------------------------	--------------

### 7.1.16 Luminarias

Descripción			
<b>PHILIPS DN125B D187 1xLED10S/830</b>  Dentro de la familia de alta calidad CoreLine LED de Philips, la nueva gama CoreLine Downlight de productos LED puede emplearse para sustituir la iluminación directa CFL convencional en aplicaciones de iluminación general.  La vida útil de esta luminaria es cinco veces más larga que las lámparas CFL convencionales, supone un ahorro energético del 75%, lo que reduce en gran medida el coste total de propiedad y es regulable.  Tiene tecnología LED duradera de eficiencia energética, disponible en versiones Mini 1000 lm y Compact 2000 lm y que dispone de selección de temperatura de color (3.000 y 4.000 K)  Se utiliza para iluminación general en pasillos y zonas de circulación en interiores.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	32	140,35 €	4.491,2 €

Descripción			
<b>PHILIPS FBS296 1xPL-TT/4P42W HFP C</b>			
<p>La gama Fugato de downlights fijos para la iluminación general ha sido diseñada para un rendimiento óptimo - tanto óptico como térmico - con lámparas fluorescentes compactas. La óptica superior es de aluminio de alto brillo. La óptica inferior de polímero puede pedirse en acabado brillante, mate satinado o blanco. La versión de alto brillo (C) cumple con la norma UGR19 (de conformidad con EN12464-1, Lm &lt;1000 cd/m2 a <math>\gamma &gt; 65^\circ</math>) cuando se utiliza con la innovadora rejilla circular antideslumbramiento. La gama Fugato comprende además la luz descendente Fugato LED (corte 175 mm), que permite hasta un 50% de ahorro de energía en comparación con las lámparas tradicionales CFL, sin sacrificar la calidad de la luz. Su larga duración de 50.000 horas también la convierte en una verdadera solución de tipo "instálela y olvídense de ella".</p> <p>Se utiliza para oficinas, venta al por menor y en edificios públicos.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	5	99,57 €	497,85 €

Descripción			
<b>PHILIPS BBS411 W9L120 1xLED24/830 LIN-PC</b>			
<p>Este tipo de luminaria empotrada de SmartForm dispone de tecnología LED. Está diseñada para adaptarse a una amplia variedad de tipos de techo, esta familia enormemente versátil de luminarias modulares y semimodulares satisface prácticamente todos los requisitos de los proyectos en la mayoría de las aplicaciones. SmartForm LED genera un importante ahorro energético.</p> <p>Se utiliza para iluminación general para aplicaciones de oficina y en zonas de paso.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	171,49 €	342,98 €

Descripción			
<b>PHILIPS 4IS090 1xTL-D36W HF O</b>			
<p>Es una luminaria que está protegida contra salpicaduras de agua y contra la acumulación de polvo.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	16	65,33 €	1.045,28 €

Descripción			
<b>PHILIPS 4ME550 P-MB 1xSON400W +9ME100 R GC D550</b>			
<p>El diseño moderno y funcional de Megalux, junto a la calidad y robustez de sus materiales, hacen que resulte idónea para el ámbito industrial, Megalux es también muy indicada para salas de gran altura.</p> <p>La luminaria está compuesta por un tubo fluorescente de 400 W, con reflector de aluminio y cierre de vidrio templado transparente.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	8	1.026,13	8.209,04

Descripción			
<b>PHILIPS TCS260 D/I 1xTL5-49W HFP M2</b>			
<p>La gama de luminarias EFix TCS260 permite ahorrar una considerable cantidad de energía sustituyendo las antiguas instalaciones electromagnéticas por la tecnología Philips más avanzada.</p> <p>Su rendimiento óptico cumple las últimas normas EN-12464, lo que garantiza una calidad de luz mejorada en todas las aplicaciones.</p> <p>Combinado con equipos de alta frecuencia propicia un sustancial ahorro de energía. Este ahorro se puede incrementar aún más integrando un controlador de luz diurna Luxsense en la luminaria. La familia EFix TCS260 combina las luminarias de montaje adosado y suspendido en un solo diseño. La luminaria incorpora un recuperador de flujo fácilmente desmontable que permite ajustar el haz para producir alumbrado directo o directo/indirecto. EFix TCS260 se suministra con lámparas y lista para instalar, por lo que el tiempo de instalación es mínimo. La versión EFix TBS260 de montaje empotrado se usa para aplicaciones de iluminación general en oficinas y tienda.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	6	99,59 €	597,54 €



Descripción			
<b>PHILIPS TCS260 D/I 2xTL5-35W HFP M6</b>  La gama de luminarias EFix TCS260 permite ahorrar una considerable cantidad de energía sustituyendo las antiguas instalaciones electromagnéticas por la tecnología Philips más avanzada.  Su rendimiento óptico cumple las últimas normas EN-12464, lo que garantiza una calidad de luz mejorada en todas las aplicaciones.  Combinado con equipos de alta frecuencia propicia un sustancial ahorro de energía. Este ahorro se puede incrementar aún más integrando un controlador de luz diurna Luxsense en la luminaria. La familia EFix TCS260 combina las luminarias de montaje adosado y suspendido en un solo diseño. La luminaria incorpora un recuperador de flujo fácilmente desmontable que permite ajustar el haz para producir alumbrado directo o directo/indirecto. EFix TCS260 se suministra con lámparas y lista para instalar, por lo que el tiempo de instalación es mínimo. La versión EFix TBS260 de montaje empotrado se usa para aplicaciones de iluminación general en oficinas y tienda.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	6	100,37 €	602,22 €

<b>TOTAL LUMINARIAS</b>	<b>15.786,11 €</b>
-------------------------	--------------------

**7.1.17 Alumbrado de emergencia.**

Descripción			
<b>Luminaria de emergencia autónoma Legrand tipo NT</b>			
Luminaria de emergencia autónoma Legrand tipo NT, IP65 clase I de 750 lúm., con lámpara fluorescente, Leds de señalización de carga de los acumuladores, fabricada según normas EN 60598-2-22 :99 , UNE 20392-93, autonomía superior a 1 hora, sin test. Con certificado de ensayo (LCOE) y marca N de producto certificado, para instalación saliente. Cumple con las Directivas de compatibilidad electromagnéticas y baja tensión, de obligado cumplimiento. Alimentación 230 V. 50/60 Hz. Acumuladores estancos Ni-Cd, alta temperatura, materiales resistentes al calor y al fuego. Puesta en marcha por telemando, con bornes protegidas contra conexión accidental a 230V. Instalado incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	67	211 €	14.137 €
<b>TOTAL ALUMBRADO DE EMERGENCIA</b>			<b>14.137 €</b>

**7.1.18 Interruptores y conmutadores.**

Descripción			
<b>INTERRUPTOR</b>			
Incluye mecanismo marca EUNEA Serie VOLGA 10ª 250V (o equivalente), con marco, de conexión rápida, caja de derivación empotrada y elementos de conexión, construido según R.B.T., totalmente montado e instalado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	10	25,00 €	250 €
Descripción			
<b>CONMUTADOR</b>			
Conmutador 2 módulos 10A/250V, marca BTICINO, serie LIGHT, ref. N4003L/2, o equivalente, completo, según UNE-EN 60669-1.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	10	28,00 €	280 €
<b>TOTAL IMPORTE INTERRUPTORES Y CONMUTADORES</b>			<b>530 €</b>

### 7.1.19 Mano de obra

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª electricista	70	61,80 €	4.326,00 €
h.	Oficial 2ª electricista	70	15,86 €	1110,2 €
h.	Peón ordinario construcción	70	15,86 €	1110,2 €
<b>TOTAL IMPORTE MANO DE OBRA</b>				<b>6.546,4 €</b>

<b>TOTAL ELECTRICIDAD</b>	<b>119064,61 €</b>
---------------------------	--------------------

### 7.2 Batería de condensadores

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Rectimat 2 100 Kvar 400 H V10 x 10  Las baterías Rectimat 2 son equipos de compensación automática que se presentan en cofre o armario, según la potencia del equipo.	1	<b>4100 €</b>	<b>4100 €</b>

<b>TOTAL BATERÍA CONDENSADORES</b>	<b>4100 €</b>
------------------------------------	---------------

### 7.3 Sistema contra incendios

#### 7.3.1 Material

Descripción			
<b>PLACA SEÑALIZ.EXTINCIÓN PLAST.</b>			
Placa de señalización de elementos de extinción de incendios de 250x200 mm. en plástico rígido, totalmente colocada..			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	9	7,50 €	67,5 €

Descripción			
<b>PULSADOR DE ALARMA DE SUPERFICIE</b> Pulsador de Alarma Analógico direccionable AE/94-P1 de superficie. Desarrollado y fabricado por AGUILERA ELECTRÓNICA (o equivalente) según Norma EN 54-11. Equipados con módulo direccionable provisto de Microrruptor, led de alarma y autochequeo, sistema de comprobación con llave de rearme, lámina calibrada para que se enclave y no rompa y microprocesador que controle su funcionamiento e informe a la central de Alarma. Instalado en pared y cableado hasta la Central de Detección y Alarma mediante mangera AE/MANG-3RO libre de halógenos, correctamente entubado, incluye parte proporcional de módulo aislador AE/94-AB, caja de derivación AE/94-4D. Totalmente montado, probado y funcionando.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	9	85,95 €	773,55 €

Descripción			
<b>PLACA SEÑALIZ.EVACUACIÓN</b> Placa de señalización de evacuación y medios móviles de extinción en aluminio luminiscente tamaño 297x210 mm, totalmente colocada.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	15	12,20 €	183 €

Descripción			
<b>EXTINTOR MANUAL POLVO POLIV.,(21A-113B),6Kg</b> Extintor manual de polvo polivalente, de 6Kg de capacidad y eficacia 21 A 113 B colocado sobre pared.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	9	30,68 €	276,12 €

Descripción			
<b>SIRENA</b> Sirena de 100 dB con base de detector integrada contiene una base de detector moldeada en la carcasa de la sirena. Es compatible con sistemas XP95 y Discovery.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	100 €	200 €

### 7.3.2. Mano de obra

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Peón ordinario construcción	60	11,50 €	690,00 €
h.	Peón ordinario construcción	60	11,50 €	690,00 €
<b>Total importe mano de obra</b>				<b>1.380 €</b>

<b>TOTAL CONTRAINCENDIOS</b>	<b>2.880,17 €</b>
------------------------------	-------------------

### 7.4 Fontanería

Descripción			
<b>ACOMETIDA DN32 mm. 1 1/2" POLIETIL</b>			
Acometida a la red general municipal de agua DN32 mm., realizada con tubo de polietileno de alta densidad, con collarín de toma de P.P., derivación a 1 1/2", codo de latón, enlace recto de polietileno, llave de esfera latón roscar de 1 1/2", i/p.p. de piezas especiales y accesorios, terminada y funcionando.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	110,83 €	110,83 €

Descripción			
<b>TUB. POLIPROPILENO PN20 16x2,3</b>			
Tubería de polipropileno de diámetro 16 y espesor 2,3mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	64	3,44 €	220,16 €

Descripción			
<b>TUB. POLIPROPILENO PN20 20x2,8</b>			
Tubería de polipropileno de diámetro 20 y espesor 2,8mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	23	4,30 €	98,9 €

Descripción			
<b>TUB. POLIPROPILENO PN20 25x3,5</b>			
Tubería de polipropileno de diámetro 25 y espesor 3,5mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	14	5,74 €	80,36 €

Descripción			
<b>TUB. POLIPROPILENO PN20 32x4,5</b>			
Tubería de polipropileno de diámetro 32 y espesor 4,5mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	18	7,94 €	142,92 €

Descripción			
<b>CODO 90 DN16mm</b>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	38	0,56 €	21,28 €

Descripción			
<b>CODO 90 DN20mm</b>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	7	0,61 €	4,27 €

Descripción			
<b>CODO 90 DN25mm</b>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	5	0,81 €	4,05 €

Descripción			
<b>CODO 90 DN32mm</b>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	5	1,42 €	7,1 €

Descripción			
<b>CODO TERMINAL DN16mm</b>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	11	4,03 €	44,33 €

Descripción			
<b>TE DN16mm</b>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	21	0,64 €	13,44 €

Descripción			
<b>TE DN25mm</b>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	8	1,01 €	8,08 €

Descripción			
<b>TE DN32mm</b>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	1,38 €	2,76 €

Descripción			
<b>Oficial 1ª fontanero calefactor</b>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
h	16	17,34 €	277,44 €

Descripción			
<b>Oficial 2ª fontanero calefactor</b>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
h	16	15,79 €	252,64 €

<b>TOTAL FONTANERÍA</b>			<b>1.288,56 €</b>
-------------------------	--	--	-------------------

## 7.5 Saneamiento

Descripción			
<b>Arqueta de paso 50 x 50</b> Arqueta de paso enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 de dimensiones interiores 50 x 50 cm, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	113,08 €	452,32 €

Descripción			
<b>Arqueta de paso 60 x 60</b> Arqueta de paso enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 de dimensiones interiores 60 x 60 cm, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	11	147,66 €	1624,26 €

Descripción			
<b>Bajante PVC DN50</b> Suministro y montaje de bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 50 mm de diámetro. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocadas mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	10,38 €	10,38 €

Descripción			
<b>Bajante PVC DN63</b> Suministro y montaje de bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 63 mm de diámetro. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocadas mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	12,31 €	12,31 €



Descripción			
<b>Bajante PVC DN75</b> Suministro y montaje de bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocadas mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	3	14,21 €	42,63 €

Descripción			
<b>Bajante PVC DN90</b> Suministro y montaje de bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocadas mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	5	18,85 €	94,25 €

Descripción			
<b>Bote Sifónico 40/50</b> Suministro e instalación de bote sifónico de PVC de 110 mm de diámetro, con cinco entradas de 40 mm de diámetro y una salida de 50 mm de diámetro, con tapa ciega de acero inoxidable, colocado superficialmente bajo el forjado. Incluso prolongador. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	7	20,99 €	146,93 €

Descripción			
<b>Canalones DN150</b> Canalón para recogida de agua de pluviales semicircular fabricado en PVC con un diámetro de 150 mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	22	4,81 €	105,82 €

Descripción			
<b>Canalones DN125</b>			
Canalón para recogida de agua de pluviales semicircular fabricado en PVC con un diámetro de 125 mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	78	3,31 €	258,18 €

Descripción			
<b>Canalones DN100</b>			
Canalón para recogida de agua de pluviales semicircular fabricado en PVC con un diámetro de 100 mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	23	2,98 €	68,54 €

Descripción			
<b>Colector DN 250</b>			
Colector de aguas para saneamiento enterrado sin presión de 250 mm de diámetro exterior según norma UNE EN 1401-1. Instalación incluida			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	12,70 €	12,70 €

Descripción			
<b>Colector DN 160</b>			
Colector de aguas para saneamiento enterrado sin presión de 160 mm de diámetro exterior según norma UNE EN 1401-1. Instalación incluida			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	11	18,83 €	207,13 €

Descripción			
<b>Colector DN 125</b>			
Colector de aguas para saneamiento enterrado sin presión de 125 mm de diámetro exterior según norma UNE EN 1401-1. Instalación incluida			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	15,26 €	30,52 €

Descripción			
<b>Colector DN 110</b> Colector de aguas para saneamiento enterrado sin presión de 110 mm de diámetro exterior según norma UNE EN 1401-1. Instalación incluida			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	13,76 €	27,52 €

Descripción			
<b>Tubería PVC DN 250</b> Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 250 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, Conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	4	14,98 €	59,92 €

Descripción			
<b>Tubería PVC DN 160</b> Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 160 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, Conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	85	8,53 €	725,05 €

Descripción			
<b>Tubería PVC DN 125</b> Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 160 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, Conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	11	6,92 €	76,12 €

Descripción			
<b>Tubería PVC DN 110</b> Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 110 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, Conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	27	6,01 €	162,27 €

<b>TOTAL SANEAMIENTO</b>	<b>4.416,85 €</b>
--------------------------	-------------------

## 7.6 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

Descripción			
<b>Bomba de calor</b> Bomba de calor reversible de condensación por aire con ventiladores axiales para un funcionamiento silencioso con un caudal máximo de 7500 m <sup>3</sup> /h.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	4.082 €	4.082 €

Descripción			
<b>Ventilador</b> Ventilador centrífugo de baja presión y doble aspiración con motor directo de caudal máximo de 6000 m <sup>3</sup> /h. Motores cerrados con protector térmico incorporado en el devanado			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	430,80 €	861,6 €

Descripción			
<b>Fan Coil</b> De sencillo montaje y mantenimiento, adecuado tratamiento del aire de ventilación y recirculado, reducido nivel de ruido y altas posibilidades de regulación. Especialmente indicadas en oficinas. Constituido por un ventilador, por un elemento de intercambio de calor y por un filtro. Con descarga horizontal del aire para evitar corrientes de aire y el ensuciamiento del techo.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	1212,10 €	2424,20 €

Descripción			
<b>Tubo helicoidal corrugado galvanizado DN600 y espesor 0,7 mm</b>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	12	30,60 €	367,20 €

Descripción			
<b>Tubo helicoidal corrugado galvanizado DN560 y espesor 0,7 mm</b>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	30	28,00 €	840,00 €

Descripción			
Tubo helicoidal corrugado galvanizado DN500 y espesor 0,7 mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	40	25,41 €	1.016,40 €

Descripción			
Tubo helicoidal corrugado galvanizado DN450 y espesor 0,7 mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	33	22,37 €	741,51 €

Descripción			
Tubo helicoidal corrugado galvanizado DN400 y espesor 0,7 mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	8	19,82 €	158,56 €

Descripción			
Tubo helicoidal corrugado galvanizado DN355 y espesor 0,7 mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	23	17,38 €	399,74 €

Descripción			
Tubo helicoidal corrugado galvanizado DN300 y espesor 0,7 mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	7	15,48 €	108,36 €

Descripción			
Tubo helicoidal corrugado galvanizado DN280 y espesor 0,7 mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	7	13,78 €	96,46 €

Descripción			
Rejillas 200x400mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	36	25,18 €	906,48 €

<b>TOTAL CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN</b>	<b>12.002,51 €</b>
--	--------------------

## 7.7 PRESUPUESTO FINAL

<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>143.752,70 €</b>
13% GASTOS GENERALES	18.687,85 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	8.625,16€
<b>IMPORTE DE EJECUCIÓN</b>	<b>171.065,71 €</b>
21% IVA	35.923,79 €
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>206.989,50 €</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>206.989,50 €</b>

**TÍTULO: PROYECTO DE ACTIVIDAD PARA NAVE INDUSTRIAL  
DESTINADA A FABRICACIÓN DE ARMADURAS DE ACERO**

---

## **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

---

**PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**

**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**

**15405 - FERROL**

**FECHA: SEPTIEMBRE 2015**

**AUTOR: LUCÍA VIGO PICO**

Fdo.: Lucía Vigo Pico

## **ÍNDICE DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

<b>8.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....</b>	<b>3</b>
<b>8.2 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>3</b>
<b>8.3 NORMATIVA DE APLICACIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>8.4. DATOS DE LA OBRA .....</b>	<b>6</b>
8.4.1 Situación de la obra.....	6
8.4.2 Procedimientos constructivos, equipos y medios técnicos.....	6
<b>8.5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS .....</b>	<b>7</b>
8.5.1 Riesgos profesionales .....	7
8.5.2 Medidas preventivas .....	8
8.5.3 Consideraciones a tener en cuenta .....	10
8.5.4 Riesgos de daños a terceros .....	13
<b>8.6 PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.....</b>	<b>13</b>
8.6.1 Protecciones colectivas.....	13
8.6.2 Protecciones individuales .....	14
8.6.3 Formación .....	15
8.6.4 Medidas preventivas y principios generales aplicables durante la ejecución de las obras .....	16
8.6.5 Medicina preventiva y primeros auxilios.....	17
<b>8.7 ANÁLISIS DE RIESGOS .....</b>	<b>18</b>
8.7.1 Evaluación de riesgos.....	18
8.7.2 Descripción de riesgos de carácter general .....	18
8.7.2.1 Riesgos de caída de personal desde altura.....	18
8.7.2.2 Riesgo de caída de objetos .....	19
8.7.2.3 Riesgos de los desplazamientos verticales .....	19
8.7.2.4 Riesgos por falta de orden y limpieza.....	19
8.7.2.5 Riesgos por la falta de iluminación .....	22
8.7.2.6 Riesgos eléctricos .....	22
8.7.2.7 Riesgos de proyección de partículas.....	24
8.7.2.8 Riesgos generales en los transportes y manejo de carga .....	25
8.7.2.9 Riesgos generales de herramientas, materiales y máquinas .....	26



<b>8.7.2.10 Riesgos por carga y descarga de materiales .....</b>	<b>26</b>
<b>8.7.2.11 Riesgo de escaleras portátiles.....</b>	<b>26</b>

## **8.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

En el RD 1627/1997 de 24 de Octubre se especifica la transposición a la legislación nacional de la Directiva 83/391 en Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales en la cual se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de producción de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz, y la Directiva 92/57 en R.D. 1627/97 disposiciones mínimas de Seguridad y Salud que deben aplicarse en las obras de construcción.

De acuerdo con el Artículo 6 del R.D. 1627/1997, el Estudio de Seguridad y Salud deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales evitables y las medidas técnicas precisas para ello, la relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y cualquier tipo de actividad a desarrollar en obra.

## **8.2 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

El presente Estudio de Seguridad y Salud establece los riesgos que se originan durante la construcción de una nave industrial para uso como taller de fabricación de armaduras acero. También se analizan las previsiones respecto a prevención de riesgo de accidentes laborales y de enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento de la edificación proyectada (excluidos los trabajos propios de la actividad de la propia nave y de la conservación u operación con la maquinaria que pueda contener) y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante el ejercicio de la actividad realizada en las instalaciones, las previsiones respecto a prevención de riesgo de accidentes y enfermedades profesionales, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo.

A tal efecto se debe contemplar:

- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos).
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

### **8.3 NORMATIVA DE APLICACIÓN.**

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1316/1989 de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 1407/1992 de 20 de noviembre, que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Directiva 89/686/CEE establece las exigencias mínimas esenciales que deberán cumplir todos los equipos de protección individual, independientemente del lugar donde esté ejerciendo la actividad.
- Directiva 89/656/CEE fija las disposiciones mínimas de seguridad y salud que garanticen una protección adecuada del trabajador en la utilización de los equipos de protección individual en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2291/1985 de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de aparatos de elevación y manutención de los mismos.
- Real Decreto 1435/1992 de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas.
- Reglamento de Recipientes a presión.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, que aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

## **8.4. DATOS DE LA OBRA.**

### **8.4.1 Situación de la obra.**

Las obras recogidas en este trabajo consisten en la construcción de una nave destinada a fabricación de armaduras de acero. La nave industrial está situada en la parcela H5-H6 del Polígono Industrial “Vilar do Colo”, en el término municipal de Cabañas (A Coruña).

### **8.4.2 Procedimientos constructivos, equipos y medios técnicos.**

El edificio se construirá mediante procedimientos constructivos convencionales y los medios usuales para el tipo de obra de que se trata.

La explanación y el movimiento de tierras para la preparación del terreno así como la apertura de zanjas para cimentación se realizará mediante el empleo de palas mecánicas adecuadas al tipo de terreno y dimensiones de los elementos. El relleno y compactación de zanjas se realizará mediante medios mecánicos: palas y compactadores mecánicos o manuales.

El hormigonado se realizará mediante vertido directo de cuba de camión hormigonera o bomba según la altura y accesibilidad del elemento hormigonado. Todos los hormigones se compactarán mediante vibrador.

Para el montaje de piezas prefabricadas de forjados, encofrados en altura, etc., se emplearán grúas torre o grúas sobre camión. Los pórticos metálicos, prefabricados en taller, se montarán y ensamblarán en obra mediante grúa sobre camión. Ídem en lo relativo al montaje de chapas de cubierta y cerramientos del mismo material.

Se emplearán los medios precisos para soldadura en obra (pinza) y apriete de tornillos de alta resistencia, calibrados u ordinarios, en uniones estructurales.

Los distintos trabajos se realizarán empleando los medios técnicos precisos para

que las cargas a elevar manualmente no impliquen problemas a los trabajadores.

## **8.5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.**

La ejecución de las obras puede dar lugar a la aparición de riesgos de accidentes tanto para el personal de la obra como de suministradores de materiales o elementos para la misma.

Asimismo, en ciertos casos pueden aparecer riesgos de accidentes para personas ajenas derivadas de actuaciones de máquinas en tránsito exterior o por proyecciones desde el interior de las obras.

### **8.5.1 Riesgos profesionales.**

Entre los riesgos laborales del personal directamente adscrito a la obra pueden citarse los siguientes:

- Atropellos por maquinaria y vehículos.
- Caída al interior de zanjas.
- Atrapamientos.
- Colisiones y vuelcos.
- Caídas a distinto nivel (desde forjados en construcción, desde altura durante montaje de estructura, elementos de cubierta, etc.).
- Desprendimientos.
- Interferencias con líneas eléctricas.
- Polvo.
- Ruidos.
- Golpes contra objetos.
- Impactos por caída de objetos.
- Heridas punzantes o aplastamientos en pies y manos.
- Salpicaduras de hormigón en ojos.
- Daños en los ojos por soldaduras.
- Erosiones y contusiones en manipulación.
- Heridas por máquinas cortadoras.
- Cortes con chapa o rebarbas.

- Interferencia con tuberías de abastecimiento en servicio.
- Utilización de productos bituminosos.
- Salpicaduras de productos asfálticos calientes.
- Cierres de zanjas.
- Explosiones de gas de botellas para corte oxiacetilénico.
- Quemaduras.
- Riesgos producidos por agentes atmosféricos.
- Riesgos eléctricos.
- Riesgos de incendio.

### **8.5.2 Medidas preventiva.**

- Se cumplirá lo relacionado al orden y limpieza.
- La iluminación será la adecuada en función de la actividad.
- El operario deberá disponer de un sitio de trabajo seguro, no resbaladizo, sin la existencia de obstáculos, aislado del suelo y alejado de la zona de paso.
- El área de trabajo estará señalizada y delimitada.
- Todos los residuos generados en el desempeño de la actividad se depositarán en los contenedores correspondientes.
- Antes de hacer maniobras con equipos de elevación (polipastos, puentes grúa, etc.) para izado de piezas o montura de platos, cunetas, útiles, se debe comprobar el estado de los estrobos, grilletes, que se van a utilizar.
- En el montaje y desmontaje de platos de garras deben protegerse con una cubierta abisagrada para prever posible caída de los mismos.
- Control de la correcta colocación de las protecciones y útiles en los estantes.
- Todos los residuos generados se depositarán en los contenedores.
- Se mantendrán tanto los lugares de paso como las zonas de trabajo libres de obstáculos.
- Se mantendrá la concentración durante el trabajo.
- Antes del inicio de la actividad se comprobará que las herramientas están en buen estado.
- Las herramientas eléctricas habrán sido revisadas previamente e irán acompañadas de su correspondiente certificado de revisión.
- De las herramientas manuales no eléctricas se verificarán los mangos de los

martillos y mazos antes de hacer uso de los mismos.

- La viruta se separará con un gancho apropiado quedando totalmente prohibido retirarlo directamente con las manos. Además, para dicha actividad se hará uso obligatorio de guantes de seguridad tipo montador.
- Todas las protecciones de la máquina cumplirán con lo establecido.
- Apantallamiento del puesto de trabajo.
- Uso de gafas de seguridad.
- Si se están mecanizando piezas que sobresalgan por el eje del torno, se debe proteger y señalizar, quedando prohibido el acceso a todo el personal y adecuando la velocidad del torno para evitar desequilibrio de la pieza a mecanizar.
- Es obligatorio llevar la ropa de trabajo ajustada, utilizando mono siempre que sea posible o de lo contrario, llevando la camisa por dentro del pantalón; además los puños de la camisa irán abrochados y quedará totalmente prohibido el uso de joyas, anillos, pulseras, relojes, cadenas, etc., susceptibles de ser enganchados.
- En el mecanizado de acabados manuales con papel de lija de esmeril en superficie de interiores queda prohibido realizar esta operación con los dedos de la mano; se empleará un cepillo para la realización de dicha operación; no se manipulará con las manos sobre la pieza a mecanizar o con herramientas de corte con la máquina en marcha.
- Hacer uso de los medios mecánicos necesarios (polipasto, puente grúa...)
- Solicitar ayuda en cuantas personas sean precisas.
- Cumplir con la normas de prevención sobre herramientas eléctricas.
- Antes del inicio de la actividad se comprobará que los cables de alimentación de máquina están en buen estado, y que las protecciones de seguridad se encuentran correctamente posicionadas.
- De acuerdo con lo establecido, es obligatorio el uso de protección auditiva a partir de un nivel de ruido superior a 85 dB.
- Hacer la desconexión eléctrica fijando la seta de emergencia mediante enclavamiento.



### **8.5.3 Consideraciones a tener en cuenta.**

#### Manipulación manual de cargas:

Una incorrecta manipulación manual puede ocasionar lumbalgias, lesiones en las articulaciones, fatigas innecesarias, cortes, etc. Para evitar todo esto, se han de respetar las siguientes reglas:

1. Buscar el equilibrio separando los pies y adelantando uno respecto al otro en el sentido de la marcha.
2. Agarrar firmemente la carga con las palmas de las manos.
3. Mantener la espalda recta y los brazos estirados. Utilizar la fuerza de las piernas para subir o bajar la carga.
4. Procurar no efectuar giros de tronco. Es preferible mover los pies para colocarse en la posición adecuada.

#### Manutenciones técnicas:

Es esencial revisar periódicamente el estado de los equipos y cables de seguridad. A la hora de realizar las operaciones de manutenciones mecánicas se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

1. Las carretillas y puentes grúas solo podrán ser manejados por personal autorizado.
2. Se utilizarán siempre los equipos adecuados a las cargas manejadas.
3. No se sobrecargarán los equipos.
4. No se transportarán personas en las carretillas.
5. Nunca se circulará por debajo de cargas suspendidas.

#### Máquinas e instalaciones:

En el manejo de máquinas e instalaciones se adoptarán una serie de medidas, tanto para la seguridad del operario como para la mejor conservación de las máquinas e instalaciones, citadas a continuación:

1. Antes de comenzar el trabajo se comprobará que todos los útiles, equipos y máquinas estén en perfecto estado.
2. No se alterarán ni anularán los dispositivos de seguridad.
3. No se usarán relojes, anillos o pulseras. Pueden producir enganchamientos y quemaduras de tipo eléctrico. Se evitarán también los cabellos sueltos y la ropa holgada.
4. Se avisará al mando correspondiente en caso de anomalía.

#### Herramientas portátiles y manuales:

Las medidas a adoptar serán las siguientes:

1. Es importante utilizar las herramientas adecuadas, que garanticen tanto la seguridad como la calidad de trabajo.
2. Guardar las herramientas en un lugar adecuado.
3. Conservarlas limpias y en buen estado.

#### Herramientas eléctricas:

1. Las herramientas eléctricas habrán sido revisadas previamente e irán acompañadas de su correspondiente certificado de revisión.
2. No utilizar cables gastados, pelados o reparados con cinta aislante.
3. Usar enchufes adecuados y en buen estado.
4. En zonas húmedas usar voltaje de seguridad (24 V ó 12 V).
5. No colocar cables sobre hierros, tuberías o muebles de metal, o cruzando vías de circulación.

#### Herramientas neumáticas:

Previa utilización, se comprobará el buen estado de manguitos y acoplamientos. No se utilizará el aire comprimido ni para aseo personal, ni para limpieza del puesto de trabajo.

Intervenciones:

Las operaciones incorrectas en el mantenimiento y reparación de máquinas e instalaciones son una de las causas más frecuentes de accidentes de trabajo, por lo que se deberán extremar las precauciones en las mismas.

Estas intervenciones solo podrán realizarlas el personal autorizado que tomará las siguientes precauciones:

1. Dejar la instalación fuera de servicio siempre que sea posible, y asegurar la imposibilidad de puesta en marcha de la instalación durante la intervención.
2. Utilizar los dispositivos de bloqueo.
3. No intervenir sobre órganos o elementos de máquinas en movimiento.
4. Antes de la puesta en marcha verificar la ausencia de personal sobre el radio de actuación de la máquina.
5. Al terminar, deja la instalación en perfecto estado.
6. Ante todo reflexionar antes de intervenir.

Productos peligrosos:

1. No guardar productos peligrosos en recipientes distintos de los dispuestos para tal fin, adecuados y etiquetados.
2. Respetar las instrucciones del etiquetado.
3. Aplicar las reglas de almacenamiento y, en el puesto de trabajo, acumular solo la cantidad mínima.
4. Evitar los derrames y realizar los vertidos en los lugares previstos para tal fin.
5. Mantener los recipientes tapados y tirar aquellos que estén vacíos.
6. No generar llamas ni chispas en la proximidad de productos inflamables.
7. Utilizar los medios previstos para la evacuación de gases y vapores peligrosos.

#### **8.5.4 Riesgos de daños a terceros.**

Estos riesgos se minimizan por el emplazamiento de las obras en una zona industrial y con poco tráfico tanto rodado como peatonal por quedar relativamente fuera de los viales de mayor circulación. No obstante, se considerará la posibilidad de aparición de riesgos de daños a terceros o personas o bienes ajenos a las obras derivados de la entrada y/o salida de vehículos y maquinaria a las vías públicas o por la presencia de curiosos en la proximidad de la obra.

Se señalizará, de acuerdo con la normativa vigente el enlace con las carreteras y caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera. Se señalizará los accesos naturales a la obra prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso cerramientos.

### **8.6 PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.**

#### **8.6.1 Protecciones colectivas.**

Siempre que sea posible se dará prioridad al uso de las protecciones colectivas ya que su efectividad es muy superior a la de las protecciones personales (sin excluir el uso de estas últimas).

En función de los riesgos previstos, podrán ser las siguientes:

- Acotamiento y señalización de zonas con riesgo de caída de objetos.
- Pórticos protectores de líneas eléctricas
- Vallas de limitación y protección.
- Señales de tráfico.
- Señales de seguridad.
- Cinta de balizamiento.
- Topes de desplazamiento de vehículos para evitar la caída a zanjas.
- Jalones de señalización.
- Tubo sujeción cinturón de seguridad (en vano central).
- Anclajes para tubo.

- Balizamiento luminoso.
- Extintores.
- Interruptores diferenciales.
- Tomas de tierra.
- Redes anti-caídas.
- Barandillas resistentes en los bordes de plataformas o huecos por los que pudieran producirse caídas de personas.

Se hará especial énfasis en la colocación de la señal normalizada de seguridad, que se colocará en todos los lugares de trabajo donde sea preciso advertir de riesgos, recordando obligaciones de usar determinadas protecciones, estableciendo prohibiciones o informando de situaciones de medios de seguridad.

### **8.6.2 Protecciones individuales.**

En todas aquellas situaciones en las que por medios técnicos no se puedan eliminar los riesgos existentes, se utilizarán adicionalmente equipos de protección individual (EPI) adecuados, que estarán debidamente certificados CE y normalizados.

Podrán ser los siguientes:

- Cascos: obligatorios para todas las personas que participan en la obra de cualquier manera (estén o no en zonas de peligro directo), incluso visitantes periódicos o circunstanciales.
- Guantes de USO general.
- Guantes de goma.
- Guantes de soldador.
- Guantes dieléctricos.
- Botas de agua.
- Botas de seguridad de lona.
- Botas de seguridad de cuero.
- Botas dieléctricas.

- Monos o buzos de tallas adecuadas a cada trabajador, teniéndose en cuenta las necesarias reposiciones a lo largo de la obra, según lo previsto en el convenio colectivo provincial de la construcción.
- Trajes de agua.
- Gafas contra impactos y anti-polvo.
- Gafas para oxicorte.
- Pantalla de soldador.
- Mascarillas anti-polvo.
- Protectores auditivos.
- Polainas de soldador.
- Manguitos de soldador.
- Mandiles de soldador.
- Cinturón de seguridad de sujeción para trabajos en altura.
- Cinturón anti-vibratorio.
- Chalecos reflectantes para posibles trabajos nocturnos.

Estos equipos se mantendrán en buen estado de conservación debiendo procederse a su cambio por otros nuevos cuando resulte necesario.

Además de estos EPI, se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

### **8.6.3 Formación.**

De acuerdo con el artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que todos los trabajadores y personal en general debe recibir, al ingresar en obra, una información comprensible y exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberán emplear.

Los cursillos de socorrismo y primeros auxilios se impartirán eligiendo al personal más cualificado, de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

Las medidas de seguridad se harán extensivas a los trabajadores autónomos según lo previsto en el artículo 12 del R.D. 1627/1997, sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción. En particular, por lo que respecta a la aplicación de los principios de la acción preventiva según el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales; al cumplimiento de las disposiciones mínimas de seguridad y salud reglamentadas; a la utilización de los equipos de trabajo más adecuados así como a las protecciones individuales necesarias; etc., y al entendimiento y respeto de las indicaciones y cumplimiento de las instrucciones del coordinador en materia de seguridad.

En todo caso, las responsabilidades de los coordinadores de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas.

#### **8.6.4 Medidas preventivas y principios generales aplicables durante la ejecución de las obras.**

Como medidas preventivas para tratar de evitar cierto tipo de accidentes se realizarán las siguientes actividades durante la ejecución:

- La obra se mantendrá en buen estado de orden y limpieza.
- El emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo se elegirá teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de los distintos materiales y elementos se realizará con los medios adecuados en cada caso.
- Se realizará el mantenimiento periódico e inspecciones que requiera las instalaciones y dispositivos a emplear en obra.
- Se delimitarán y acondicionarán las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales y elementos prefabricados en su caso.
- Se recogerán tras su empleo todos los materiales peligrosos usados.
- Se buscará la mejor cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.

- Las interacciones e incompatibilidades entre tajos o actividades dentro de la obra habrán de ser estudiadas con objeto de impedir interferencias que puedan originar problemas derivados de seguridad.

#### **8.6.5 Medicina preventiva y primeros auxilios.**

##### **❖ Botiquines.**

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo.

##### **❖ Asistencia a accidentados.**

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc. ), donde deben trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento. Se dispondrá en la obra de un plano ampliado de los centros hospitalarios y asistenciales de sanidad más próximos, para conocimiento de los trabajadores en caso de necesidad.

Es muy conveniente además disponer en la obra, en un sitio bien visible, de una lista de teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

##### **❖ Reconocimiento médico.**

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el periodo máximo de un año.



### ❖ **Potabilidad del agua de consumo.**

Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad si no proviene de la red de abastecimiento público de la ciudad.

## **8.7 ANÁLISIS DE RIESGOS.**

La identificación o análisis de riesgos tiene por objeto describir las fases de ejecución de los trabajos que se realizan con los posibles riesgos de accidentes asociados durante la realización de los mismos.

### **8.7.1 Evaluación de riesgos.**

Una vez tenemos los riesgos identificados, podemos evaluarlos. La evaluación de riesgos es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no se hayan podido evitar, obteniendo la información necesaria para establecer unas medidas preventivas. Valoramos los riesgos identificados en función de la probabilidad y consecuencia de su materialización y establecemos un valor del riesgo y una prioridad, detallando todas sus medidas preventivas a llevar a cabo.

La evaluación de riesgos es por tanto, el punto de partida para obtener la información que permita tomar decisiones apropiadas sobre la necesidad y el tipo de medidas preventivas que deben adoptarse para garantizar la seguridad y la protección de la salud de los trabajadores.

### **8.7.2 Descripción de riesgos de carácter general.**

#### **8.7.2.1 Riesgos de caída de personal desde altura.**

Todo trabajo que se ejecute en altura, se realizará sobre andamios o plataformas de trabajo que han de reunir las condiciones fijadas en la normativa legal vigente, siendo además obligatorio el uso de cinturón de seguridad tipo arnés, que para soldadores, tendrá que tener la cuerda de amarre de material

incombustible.

En los andamios o plataformas colgadas será obligatorio que el personal que se encuentre en la plataforma este sujeto mediante cinturón de seguridad a algún punto no perteneciente a la plataforma.

#### **8.7.2.2 Riesgo de caída de objetos.**

Como prevención de estas caídas se colocará rodapiés en todas las plataformas de trabajo, estando prohibido acopiar en ellas todos aquellos materiales o herramientas que no sean imprescindibles. Asimismo, se adoptarán otras medidas tendentes a evitar los riesgos de caídas de objetos y materiales, tales como: rodapiés, mantas ignífugas, redes de protección, etc.

#### **8.7.2.3 Riesgos de los desplazamientos verticales.**

Para los accesos a las plataformas de trabajo se utilizarán con prioridad los accesos permanentes previstos, o en su defecto escaleras-torre, o cuando ello no sea posible, escaleras de mano con dispositivo antideslizante o convenientemente amarradas. En los andamios o plataformas colgadas se colocarán dispositivos anti-caídas, al que estarán sujetos mediante cinturón de seguridad tipo arnés los trabajadores que se encuentren en ella.

#### **8.7.2.4 Riesgos por falta de orden y limpieza.**

La acumulación de basuras, restos de materiales, acopios desordenados, etc., constituyen una serie de riesgos potenciales, tales como tropezones y caídas al mismo nivel, caídas de objetos a cotas inferiores, incendios, etc.

Conscientes de estos riesgos, consideramos el orden y la limpieza como un medio de protección colectiva de gran importancia. Se establece, por tanto, como norma a cumplir por todo el personal, la conservación de los lugares de trabajo en adecuado estado de limpieza y el orden en los acopios de materiales, para los cuales, sería conveniente designar una zona en cada nave.

Cada empleado es responsable de mantener limpia y ordenada su zona de trabajo. Los empleados no pueden considerar su trabajo terminado hasta que las herramientas y medios empleados, resto de equipos y materiales utilizados y los recambios inutilizados, estén recogidos y trasladados al almacén o montón de desperdicios dejando el lugar y área limpia y ordenada.

Los derrames de líquido, aceites, grasa y otros productos, se limpiarán inmediatamente. Los residuos inflamables como algodones de limpieza, trapos, papeles, restos de madera, recipientes metálicos, contenedores de grasas o aceites y similares, se meterán en recipientes de basura metálicos y tapados.

Las herramientas, medios de trabajo, materiales, suministros y otros equipos nunca obstruirán los pasillos y vías de comunicación dejando aislada alguna zona de la sección.

Todo clavo o ángulo saliente de una tabla o chapa, se eliminará inmediatamente sea doblándolo, cortándolo o retirándolo de suelo o paso.

Las áreas de trabajo y servicios sanitarios comunes a todos los empleados serán usados de modo que se mantengan en perfecto estado.

Los desperdicios (vidrios rotos, recortes de material, trapos, etc.) se depositarán en los recipientes dispuestos al efecto. No se verterán en los mismos líquidos inflamables ni colillas.

Como líquidos de limpieza o desengrasado se emplearán preferentemente detergentes. En los casos en que sea imprescindible limpiar o desengrasar con gasolina u otros derivados del petróleo, estará prohibido fumar.

Las zonas de paso, o señalizadas como peligrosas, deberán mantenerse libres de obstáculos.

Los huecos situados en plano vertical u horizontal deberán protegerse con

barandillas, etc., a una altura mínima de 0,90 cm con listón intermedio y rodapiés, y estar iluminados, si es posible, de forma que se vean claramente tales protecciones.

Deben estar debidamente acotados y señalizados todos aquellos lugares y zonas de paso donde pueda existir peligro de lesiones personales o daños materiales.

No deben almacenarse materiales de forma que impidan el libre acceso a los extintores de incendios.

Los materiales almacenados en gran cantidad sobre pisos deben disponerse de forma que el peso quede uniformemente repartido.

No se deben colocar materiales y útiles en lugares donde pueda suponer peligro de tropiezos o caídas sobre personas, máquinas o instalaciones. Las botellas que contengan gases se almacenarán verticalmente asegurándolas contra las caídas y protegiéndolas de las variaciones notables de temperatura.

Todas las zonas de trabajo y tránsito deberán tener durante el tiempo que se usen como tales, una iluminación natural o artificial apropiada a la labor que se realiza, sin que se produzcan deslumbramientos.

Se mantendrá una ventilación eficiente, natural o artificial en las zonas de trabajo, y especialmente en los lugares, cerrados donde se produzcan gases o vapores tóxicos, explosivos o inflamables.

Las escaleras y pasos elevados estarán provistos de barandillas fijas de construcción sólida.

Está terminantemente prohibido fumar en los locales de almacenamiento de materiales combustibles, según indica la señalización dispuesta al efecto.

Está prohibido retirar cualquier protección de tipo colectivo (barandillas, tabloneros de plataforma de trabajo, escaleras, etc.) sin la debida autorización del mando

responsable del tajo previo compromiso de su inmediata reposición al término de la actividad que motivó dicha retirada.

Cuando se tenga que levantar rejillas por necesidades de montaje, deben colocarse obstáculos físicos (barandillas), o si esto no es posible, señalizarlo adecuadamente. Al finalizar de la jornada laboral y al mediodía, al ir a comer, se volverán a colocar en su lugar.

Las operaciones de limpieza se realizarán en los momentos, en la forma y con los medios más adecuados.

#### **8.7.2.5 Riesgos por la falta de iluminación.**

De ser necesaria más iluminación puntual en zonas del interior del edificio, se instalarán focos y/o se dotará al personal de lámparas portátiles alimentadas a 24V, a fin de eliminar riesgos derivados de una insuficiente iluminación.

#### **8.7.2.6 Riesgos eléctricos.**

Todos los cuadros de alimentación de grupos de soldar y máquinas eléctricas portátiles estarán protegidos por relés diferenciales, con puesta a tierra de las carcasas. Las máquinas eléctricas manuales que dispongan de doble aislamiento, no deberán conectar sus carcasas a tierra.

Todas las mangueras de alimentación de cuadros, así como aquellas de los circuitos de soldeo y alargaderas para máquinas eléctricas portátiles serán de sección adecuada y no presentarán deterioro en sus aislamientos. Los empalmes y conexiones se realizarán de acuerdo con las normas fijadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Solamente el personal autorizado o cualificado podrá operar en los equipos eléctricos sean cuadros de maniobra, de puesta en marcha de motores, de transformadores, etc.

Los empleados considerarán que todo conductor eléctrico o cable está conectado y bajo tensión. Antes de trabajar en ellos comprobarán la ausencia de tensión con aparato adecuado y lo pondrán en cortocircuito unido a tierra.

Antes de iniciar cualquier trabajo en aparato o conducción eléctrica que se ha desconectado, se unirá a tierra.

Todo equipo eléctrico, lámpara, herramienta, transformador u otro con tensión superior a la de seguridad (24 voltios) o que carezca de características dieléctricas de doble aislamiento, estará unido o conectado con tierra y tendrá un relé diferencial. Todos los portátiles para alumbrado serán alimentados con tensión de 24 voltios.

Cuando se paren máquinas o equipos activados eléctricamente por reparación, revisión, sustitución u otros motivos en los que haya que ponerse en contacto con la máquina, se señalizará ésta y el equipo de maniobra con tarjetas rojas y siempre que sea posible se cortará la alimentación, sea retirando los fusibles o por cualquier otro procedimiento eficaz.

El personal, del servicio eléctrico usará además del equipo personal común a todos los empleados (casco, gafas, manguitos, etc.), el siguiente, todos ellos con el correspondiente certificado CE:

- ✓ Guantes de material aislante.
- ✓ Alfombra o banqueta aislante.
- ✓ Comprobador de tensión.
- ✓ Herramientas aisladas homologadas.
- ✓ Material de señalización
- ✓ Calzado aislante.
- ✓ Pantalla facial transparente de policarbonato.

El personal eléctrico ha de cumplir rigurosamente la norma que prohíbe el uso de anillos, relojes, botones metálicos, hebillas, etc., durante su trabajo.

En incendios de equipos eléctricos no se usarán extintores de espuma o agua. Se emplearán exclusivamente extintores de gas carbónico, polvo químico o halones.

#### **8.7.2.7 Riesgos de proyección de partículas.**

Estos riesgos están derivados de la utilización de máquinas de esmerilar portátiles y tienen como consecuencia general la introducción de cuerpos extraños en los ojos. Para limitar el riesgo en la zona de trabajo, los operarios han de estar protegidos con gafas de seguridad, y se colocarán, siempre que sea posible, pantallas que eviten que las proyecciones alcancen a terceras personas.

Mención especial merecen los riesgos que se derivan de realizar soldaduras y operaciones de corte en altura cayendo material fundente sobre personas y materiales, como evidente riesgo de quemaduras e incendios. Para evitarlo se colocarán mantas de fibra de vidrio o lonas ignífugas que retengan estas partículas incandescentes evitando con ello su caída descontrolada.

Asimismo, se dispondrán de extintores, perfectamente señalizados, en zonas próximas a los lugares donde se realicen trabajos con riesgo de incendio.

#### **8.7.2.8 Riesgos generales en los transportes y manejo de carga.**

La carga y descarga de materiales e instrumentación en naves se efectuará mediante grúas autopropulsadas, cabestrantes, etc., de potencias varias, adecuados en cada caso a las características de los elementos a maniobrar.

Los estrobos estarán fabricados a partir de cables de alma de cáñamo y composición adecuada con el fin de conseguir la máxima flexibilidad. Los trenzados tendrán longitudes mínimas señaladas en los catálogos y estarán ejecutados con la mayor destreza. Dichos trenzados estarán completamente protegidos, de tal modo que ninguna punta de alambre sea visible al exterior.

Cada estrobo estará marcado en lugar visible con la carga máxima de trabajo. Dicha carga no podrá ser superior a un sexto de la carga de rotura del cable a la

cual está fabricado y habrá sido probado satisfactoriamente a dos veces la carga de trabajo. Se permitirá la utilización de cables sujetos con grapas, siempre que el número de éstas sea igual o superior a lo especificado en los catálogos del fabricante. No obstante, en general, no se permitirá la sustitución de estrobos por ese tipo de cable.

El estrobo de carga se realizará de tal forma que la pieza a elevar no se someta a roces excesivos o deformaciones. El sistema de estrobo ofrecerá la máxima garantía en cuanto a estabilidad de carga, y todos los bordes o aristas vivas serán protegidos para evitar daños al cable. Para el estrobo se utilizarán eslingas y grilletes adecuados que serán revisados antes de su utilización.

En toda maniobra se designará una sola persona que será quien ordene los movimientos correspondientes al gruísta.

#### **8.7.2.9 Riesgos generales de herramientas, materiales y máquinas.**

Se vigilará especialmente el uso de las herramientas adecuadas para la ejecución de los trabajos y que éstas se encuentren en perfecto estado.

Los andamios y plataformas de trabajo se confeccionarán con arreglo a la normativa legal vigente colocando barandillas, rodapiés, número de tablonos conveniente y accesos adecuados.

Las escaleras fijas y portátiles se mantendrán en perfecto estado.

Los estrobos, cables y cuerdas, utilizadas serán revisados al menos una vez al mes, inutilizándolos o destruyéndolos cuando se detecten deficiencias que rebajen su capacidad. La referida inspección será realizada por el responsable de las maniobras.

Los grupos de soldadura estarán alimentados por cuadros protegidos con relés diferenciales. Para que dichos relés protejan contra contactos eléctricos indirectos, es fundamental que la carcasa de las máquinas esté puesta a tierra.



#### **8.7.2.10 Riesgos por carga y descarga de materiales.**

Son de aplicación en este caso las normas relativas a izados, debido a que la mayor parte de los materiales se manipularán con la ayuda de grúas.

Cuando haya que desembalar materiales, se utilizarán herramientas apropiadas, y se eliminarán los restos de embalajes que tengan clavos.

La manipulación de materiales es causa de frecuentes contusiones y fracturas. Para esta tarea se requieren operarios entrenados, por lo que se evitarán, en lo posible, cambios de personal.

Es obligatorio el uso de casco, guantes y botas de seguridad.

#### **8.7.2.11 Riesgo de escaleras portátiles.**

Queda prohibido el uso de escaleras defectuosas o que no se pueda comprobar si se encuentran en buen estado.

Para trabajos eléctricos se usarán escaleras de madera, poliéster o fibra de vidrio. Quedan prohibidas para estos trabajos escaleras metálicas, Las escaleras portátiles y especiales (más de 7 m.) estarán provistas de zapatas antideslizantes.

La escalera portátil tendrá una longitud tal que sobrepase un metro por encima del punto o la superficie a donde se quiere llegar. La longitud máxima de las escaleras portátiles no podrá sobrepasar los 5 m, sin un apoyo intermedio en cuyo caso podrá alcanzar la longitud de 7 m. Para mayores alturas se emplearán escaleras especiales.

Las escaleras se colocarán de modo que el ángulo con la vertical bajada del punto superior sea de 15 grados. De otra forma, la distancia entre la citada vertical y las zapatas de apoyo en el suelo deben ser la cuarta parte de la longitud existente entre la zapata del suelo y la intersección con la vertical del punto de apoyo superior.

Todas las escaleras portátiles se apoyarán sobre superficies planas y firmes.

En la proximidad de puertas y pasillos, si es necesaria la colocación de una escalera portátil, se hará teniendo la puerta abierta para que sea visible y además protegida para que no pueda recibir golpe alguno.

Siempre que sea posible se amarrará la escalera por su parte superior y en caso de no ser posible habrá una persona en la base de la escalera. En escaleras especiales será obligatorio.

No se empalmarán dos escaleras sencillas.

No se pondrán escaleras por encima de mecanismos en movimiento o conductores eléctricos desnudos. Si es necesario, antes se habrá parado el mecanismo en movimiento y quitado la energía.

Las escaleras de tijera deben estar totalmente abiertas y con el tensor extendido de modo que no permita deslizamiento alguno.

Las escaleras de madera no se pintarán con el fin de poder examinar su estado en todo momento; para su conservación se podrá aplicar un barniz transparente.

El usuario de la escalera portátil se mantendrá vertical o al lado pero siempre dentro del espacio limitado por los largueros de la escalera.

Queda prohibido subir en una escalera a más de un operario simultáneamente.

En las escaleras portátiles no se deben pisar los tres últimos peldaños.

El descenso por una escalera portátil nunca se realizará de espaldas a la misma.

El operario deberá llevar ambas manos libres.

Las escaleras de madera deberán ser ensambladas, no clavadas.

Para trabajos, continuados sobre escalera se deberá utilizar cinturón de seguridad tipo arnés.

Las escaleras portátiles no se utilizarán como guías, riostras ni para cualquier otro fin para el que no estén diseñadas.